

INFORME FINAL

Análisis de microrrestos botánicos

Proyecto Mina de cobre Panamá

Veronica Lalinde Aguilar

Antropóloga egresada Universidad de Antioquia

Estudiante de doctorado UNICEN

verolali@gmail.com

veronica.lalinde@udea.edu.co

OCTUBRE
2022

Contenido

Introducción	10
Protocolo	11
Fragmentos cerámicos	11
Descripción de los taxones identificados	13
Fitolitos.....	13
Poaceae	13
Arecaceae	16
Zingiberales	17
Cucurbitaceae (calabazas y zapallos)	19
Loranthaceae (ej. sofoca palo)	20
Asteraceae.....	21
Heliotropium ssp. (ej. suelda-consuelda, alancrancito, verbena morada)	21
Rubiaceae	22
Arbóreo general	23
Granos de almidón	23
Manihot cf. esculenta (yuca)	24
Zea mays (maíz).....	24
Arecaceae (palmas)	25
Cucurbitaceae (zapallos y calabazas)	25
Phaseolus ssp. (frijol).....	26
Capsicum ssp. (ajíes).....	26
Maranta ssp. (genero del sagú, la maranta y el arrurruz)	27
Bixa cf. orellana	27
Dioscorea ssp. (genero del ñame)	28
Dioscorea cf. trifida (ñame).....	28
Granos de almidón transitorio	29
No identificados	29
Otros microrrestos	29
Resultados preliminares.....	30
Sitio J10-1	30
Fitolitos.....	30
Granos de almidón	44

Otros microrrestos	54
(HA)P1	58
Fitolitos.....	58
Granos de almidón	60
Otros microrrestos	61
I7-2	61
Fitolitos.....	61
Granos de almidón	64
Otros microrrestos	65
Interpretación	67
Recomendaciones finales.....	73

Figura 1. Imágenes de referencia para Bambusoideae, tomadas de Piperno 2006, 31.	14
Figura 2. Imágenes de referencia para Panicoideae, tomadas de Piperno 2006, 31.	14
Figura 3. Imagen de referencia para Chloridoideae, tomada de Piperno 2006, 31.	15
Figura 4. Imagen de referencia para Triticeae, Colección de referencia Universidad de Antioquia.	15
Figura 5. Imagen de referencia para Zea mays, tomada de Pearsall <i>et al.</i> 2003.	16
Figura 6. Imagen de referencia célula buliforme, tomada de Piperno 2006, 197	16
Figura 7. Fitólitos de Bactris ssp. y Cocos nucifera. Imágenes de referencia tomadas de Pearsall <i>et al.</i> 2022.	17
Figura 8. Morfotipos utilizados para identificar Cannaceae. a-b. esferoide psilate. Imágenes de referencia tomadas de Albert <i>et al.</i> 2022	18
Figura 9. Imagen de referencia tomada para Marantaceae de Pearsall <i>et al.</i> 2022.	18
Figura 10. Imagen de referencia tomada para Calathea insignis, tomada de Pearsall <i>et al.</i> 2022 ...	19
Figura 11. Imagen de referencia morfotipo Lagenaria siceraria, tomada de Pearsall 2022.	20
Figura 12. Imágenes de referencia para Loranthaceae, tomadas de Albert <i>et al.</i> 2022.	20
Figura 13. Imagen de referencia tomada de Pearsall <i>et al.</i> 2022.	21
Figura 14. Imagen de referencia (Heliotropium angiospermum) tomada de Pearsall <i>et al.</i> 2022. ..	22
Figura 15. Imagen de referencia Psychotria carthagenensis, tomada de Lema <i>et al.</i> 2015.	23
Figura 16. Imagen de referencia para el morfotipo bloque, tomada de Albert <i>et al.</i> 2022	23
Figura 17. imágenes de referencia para Manihot esculenta. Colección de referencia Universidad de Antioquia.	24
Figura 18. imágenes de referencia para Zea mays: a. Grano sin procesos de cocción, b-c. grano sometido a remojo y fermentación, d-e: grano sometido a tostado en seco. Nótese el mayor tamaño y la presencia de fisuras o cavidades oscuras en los granos procesados. Colección de referencia particular.	25
Figura 19. Imágenes de referencia para Arecaeae: a-b. Acrocomia aculeata, c. Euterpe precatoria , d. Aiphanes horrida. Colección de referencia Universidad de Antioquia	25
Figura 20. Imágenes de referencia para Cucurbitaceae: a. Cucumis anguria, b. Cucurbita maxima, c. Sechium edule. Escala 20μ. Colección de Referencia Universidad de Antioquia	25
Figura 21. Imágenes de referencia para Phaseolus ssp.: a-b. Phaseolus vulgaris, escala 20μ, c-d. Phaseolus lunatus, escala 10μ. Colección de referencia Universidad de Antioquia.	26
Figura 22. Granos de Capsicum annum, vista ventral y lateral. Colección de referencia Universidad de Antioquia.	27
Figura 23. imágenes de referencia para Maranta ssp.: Maranta arundinaceae. Escala 20μ. Imágenes tomadas de la colección de referencia de la Universidad de Antioquia.	27
Figura 24. Imagen de referencia para Bixa orellana, tomada de Cagnato 2022.	28
Figura 25. imágenes de referencia para Dioscorea: a-b: Dioscorea alata y Dioscorea bulbifera. Escala 20μ. Imágenes tomadas de la colección de referencia de la Universidad de Antioquia y Cagnato 2021.	28
Figura 26. Imagen de referencia para Dioscorea trifida, tomada de Cagnato 2022.	29
Figura 27. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante fitólitos en las muestras del sitio J10-1.	31
Figura 28. Fitólitos identificados en FA1. a. Chloridoideae, b. Poaceae no especifica. c. Cannaceae, d. tejido no diagnóstico.	31

Figura 29. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA1. a. tabular scrubiculate, b. tejido indeterminado, c. tricoma simple.	32
Figura 30. Fitolitos identificados en FA2. a. Cannaceae, b. Arbóreo general, c. Asteraceae, d. No diagnóstico.	32
Figura 31. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA2, elongate.	32
Figura 32. Fitolitos identificados en FA4. a. Poaceae no especifica, b. arbóreo general, c. tejido no diagnóstico, d. Cannaceae. Escala 10μ.....	32
Figura 33. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA4, tejido epidérmico.....	33
Figura 34. Fitolitos identificados en FA8. a. Cucurbitaceae, b. Poaceae no determinada con signos de calcinación, c. Maranta ssp., d. Cannaceae, e. Asteraceae, f. arbóreo general.....	33
Figura 35. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA8, tejido epidérmico.....	34
Figura 36. Fitolitos recuperados en FA9. a. Poaceae indeterminada, b. Cucurbita ssp., c. arbóreo general, d. Maranta ssp., d-e. Zea mays, f. Cannaceae, g. Arecaceae. Escala 10μ.	34
Figura 37. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA9, tejido epidérmico.....	35
Figura 38. Fitolitos recuperados en FA10. a. Poaceae indeterminada, b-c. Chloridoideae, el círculo rojo marca una célula del tipo silla de montar.....	35
Figura 39. Fitolitos identificados en FA11. a. Poaceae no especifica, b. Cucurbitaceae, c. tejido no diagnóstico, d. Cannaceae, e. Arbóreo general. Escala 10μ.	35
Figura 40. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA11, tejido epidérmico.....	36
Figura 41. Fitolitos recuperados en FA13. a. Asteraceae, b. Marantaceae, c. Cannaceae, d-e. morfotipos de calcifitolitos presentes en la muestra.	36
Figura 42. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA13, tabular columnar.	36
Figura 43. Fitolitos identificados en FA14. a. Bambusoideae, b. Panicoideae, c. Poaceae no especifica, d. Arecaceae, e. fitolito no diagnostico, f. Rubiaceae, g. arboreo general, h. Asteraceae. Escala 10μ.....	37
Figura 44. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA14. A. Calcifitolito, b. tejido epidérmico.	37
Figura 45. Fitolitos identificados en FA25. a. Heliotropium ssp., b-c. arbóreo general, d. Marantaceae, e. Arecaceae, f. Cannaceae.	38
Figura 46. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA25-a. Tejido vascular (concentriquiste al fondo), b. calcifitolito.	38
Figura 47. Fitolitos identificados en FA26. a. Marantaceae, b. Cannaceae, c. arbóreo general, d. Poaceae no especifica.	38
Figura 48. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA26. a. cinta/anillo, b. acuminado, c. tejido epidérmico.	38
Figura 49. Fitolitos identificados en FA27. a. Poaceae no especifica, b. Loranthaceae, c. Arecaceae, d. Marantaceae, e. Cannaceae, f. arbóreo general.....	39
Figura 50. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA27, calcifitolito.	39
Figura 51. Fitolitos identificados en FA37. a. Arecaceae, b. Cannaceae, c. arbóreo general.	40
Figura 52. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA37. a. calcifitolito, b. acuminado.....	40
Figura 53. Fitolitos identificados en FA38. a. Panicoideae, b. Arecaceae, c. Marantaceae, d. Cannaceae, e. Asteraceae.	40
Figura 54. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA38, calcifitolito.	40

Figura 55. Fitolitos identificados en FA44. a. Cannaceae, b. Cucurbitaceae, c. Poaceae no específica, d. arbóreo general. Escala 10μ.	41
Figura 56. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA44, calcifitolito.	41
Figura 57. Fitolitos identificados en FA45. a. arbóreo general, b. Asteraceae, c. Poaceae no específica. Escala 10μ.	41
Figura 58. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA45, a-b. irregular, con evidencias de tratamiento térmico.	42
Figura 59. Fitolitos identificados en FA46. A. Cannaceae, b. arbóreo general.	42
Figura 60. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA46, acuminado.	42
Figura 61. Fitolitos identificados en FA48. a. Bambusoideae, b. Panicoideae, c. Arecaceae, d. Marantaceae, e. Cannaceae, f. Heliotropium ssp., g. Asteraceae, h. Poaceae no específica. Escala 10μ.	43
Figura 62. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA48, a. acuminado, b. base de tricoma, c. calcifitolito (rafidio).	43
Figura 63. Fitolitos identificados en FA49. a. Arecaceae, b. Cannaceae, c. Calcifitolito no diagnóstico.	43
Figura 64. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA9, a. cinta/añillo, b. acuminado, c. tejido epidérmico.	44
Figura 65. Fitolitos recuperados en FA50. a. Poaceae no específica con evidencias de carbonización, b-c. Panicoideae, d. Chloridoideae, e. Cannaceae, f. arbóreo general, g-h. no diagnósticos.	44
Figura 66. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA50. A. acuminado, b. cinta/anillo, c. elongate, d. tejido epidérmico.	44
Figura 67. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante almidones en las muestras del sitio J10-1.	46
Figura 68. Granos de almidón recuperados en FA1. a-b. Zea mays, c-d. Cucurbita ssp., d-e. Phaseolus ssp., f-g. Bixa orellana. Vistas con luz transmitida y polarizada.	47
Figura 69. Granos de almidón identificados en FA2. a-b. Arecaceae, c-d. Zea mays, d-e. Bixa orellana, g-h. Grano transitorio en tejido. Vistas con luz transmitida y polarizada.	47
Figura 70. Granos de almidón identificados en FA4. a-b. Zea mays, c-d. Arecaceae. Vistos con luz transmitida y polarizada., d-e. Capsicum ssp., g-h. Bixa orellana, vista frontal y lateral.	48
Figura 71. Granos de almidón identificados en FA8. a-b. Arecaceae, c-d. Zea mays, d-e. Maranta ssp. Vistas con luz transmitida y polarizada.	48
Figura 72. Granos de almidón identificados en FA9. a-b. Cucurbita ssp., c-d. Manihot cf. esculenta, e-f. Conjunto de granos elipsoides y esféricos gelatinizados, las características diagnosticas son indistinguibles. Vistas con luz transmitida y polarizada.	49
Figura 73. Granos de almidón identificados en FA10. a-b. Capsicum ssp., c-d. Zea mays, e-f. Bixa orellana, g-h. Maranta ssp., i-j. Arecaceae. Vistas con luz transmitida y polarizada.	50
Figura 74. Granos de almidón identificados en FA11. La superficie de ambos granos presenta pequeños poros indicadores de accion enzimatica, lo que oculta las características diagnosticas de los mismos. Vistos con luz polarizada y transmitida.	50
Figura 75. Granos de almidón identificados en FA13. a-b. Zea mays, c-d. almidón transitorio, e-f. Capsicum ssp., g-h. Grano con alteración por acción enzimática. Vistos con luz transmitida y polarizada.	50

Figura 76. Granos de almidón identificados en FA14. a-b. Arecaceae, c-d. Zea mays. Vistos con luz transmitida y polarizada.....	51
Figura 77. Granos de almidón identificados en FA25. a-b. Phaseolus vulgaris, c-d. Transitorio, e-f. Capsicum ssp., g-h. Zea mays. Vistos con luz transmitida y polarizada	51
Figura 78. Granos de almidón identificados en FA26. a-b. Zea mays, b-d. Arecaceae, e-f. Transitorio. Vistos con luz transmitida y polarizada	51
Figura 79. Granos de almidón recuperados en FA27. a-b. Arecaceae, c-d. conjunto de granos elipsoides, no identificados. Vistos con luz transmitida y polarizada	51
Figura 80. Granos de almidón identificados en FA37. a-b. Zea mays, c-d. grano transitorio. Vistos con luz transmitida y polarizada	52
Figura 81. Granos de almidón identificados en FA38. a-b. Triticeae, c-d. Zea mays. Vistos con luz transmitida y polarizada.....	52
Figura 82. Granos de almidón identificados en FA44. a-b. Dioscorea ssp., c-d. tubérculo indeterminado. Vistos con luz transmitida y polarizada.....	52
Figura 83. Granos de almidón identificados en FA45. a-b. Phaseolus ssp., c-d. tubérculo indeterminado. Vistos con luz transmitida y polarizada.....	52
Figura 84. Granos de almidón identificados en FA46. a-b. Triticeae, c-d. Zea mays. Vistos con luz transmitida y polarizada.....	53
Figura 85. Granos de almidón identificados en FA48. a-b. Zea mays, c-d. tubérculo indeterminado, e-e. granos transitorios.	53
Figura 86. Granos de almidón identificados en FA49: Conjunto de granos poliédricos adjudicados a Zea mays.....	53
Figura 87. Granos de almidón identificados en FA50. a-b. Manihot ssp., c-d. Zea mays, e-f. Arecaceae*. Vistas con luz transmitida y polarizada.	54
Figura 88. Conteos de otros microrrestos en el sitio J10-1.....	54
Figura 89. Diatomeas recuperadas en el sitio J10-1. a. FA9, b. FA44, c. FA49.	55
Figura 90. Diferentes morfotipos de polen presentes en el sitio J10-1.	55
Figura 91. Esporas recuperadas en J10-1. a. FA2, b. FA4, c. FA9, d. FA11, e. FA14, f. FA25, g. FA27, h. FA37, i. FA46, j. FA48.....	56
Figura 92. Espículas de espongiarios recuperadas en J10-1. a. FA4, b. FA45.	56
Figura 93. Zooclastos recuperados en J10-1. a. FA9, b. FA11, c. FA14, d-e. FA44, f. FA48.....	57
Figura 94. Concentriquite recuperado en FA4.	57
Figura 95. Quiste de crisófito recuperado en FA37.....	58
Figura 96. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante fitolitos en las muestras del sitio (HA)P1.....	58
Figura 97. Fitolitos identificados en FA3. a. Poaceae no especifica, b. Cannaceae, c. Calathea ssp.	59
Figura 98. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA3. A. Tejido vascular, b. tejido epidérmico.	59
Figura 99. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante almidones en las muestras del sitio (HA)P1.....	60
Figura 100. Granos de almidón identificados en FA3- a-c. Dioscorea cf. trífida, d-e. Poaceae (gramíneas silvestres), f-g. Zea mays. Vistas con luz transmitida y polarizada.....	60
Figura 101. Morfotipos de polen recuperados en el sitio (HA)P1. El grano c pertenece a la palma Socratea cf. exorrhiza.....	61

Figura 102. Otros microrrestos sitio (HA)P1. a. Quiste de crisófito, b. concentriquite.	61
Figura 103. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante fitolitos en las muestras del sitio I7-2.....	62
Figura 104. Fitólitos identificados en FA51. a. Bambusoideae, b. Poaceae no específica, c. Arecaceae, d. Cannaceae, e. arbóreo general, f. Marantaceae.	62
Figura 105. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA51. A. cinta/anillo, b. irregular, c. tejido epidérmico.	63
Figura 106. Fitólitos identificados en FA52. a. Bambusoideae, b. Panicoideae, c. Chloridoideae, d-e. Arecaceae, f. Cannaceae, g. Marantaceae, h. Calathea ssp., i. arbóreo general, j, Poaceae no específica.....	63
Figura 107. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA52. A. irregular, b. acuminado, c. calcifitolito, d. tabular columnar, e. tejido vascular.....	64
Figura 108. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante almidones en las muestras del sitio I7-2.....	64
Figura 109. Granos de almidón identificados en FA51. a-b. Zea mays, c-d. Arecaceae. Vistas con luz transmitida y polarizada.....	65
Figura 110. Granos de almidón identificados en FA52. a-b. Arecaceae, c-d. Grano transitorio. Vistas con luz transmitida y polarizada.	65
Figura 111. Conteos de otros microrrestos en el sitio I7-2.	65
Figura 112. granos de polen recuperados en el sitio I7-2. a. FA51, b. FA52.	65
Figura 113. Esporas recuperadas en I7-2. a-c. FA51, d-f. FA52.	66
Figura 114. Porcentaje de cada método de cocción en el total de las muestras.....	70
Figura 115. Ejemplos de granos con evidencia de tostado. a. FA1, b. FA4, c. FA5, d. FA9, e. FA26. En todos los granos se observa la cavidad central oscurecida y un ligero aumento de tamaño, los granos a-c presentan además adhesiones en la superficie.....	71
Figura 116. ejemplo de granos sometidos a hervor. a-b. FA1, c-d. FA2, e-f. FA3, g-h. FA4, i-j. FA5, k-l. FA6, m-n. FA13, o-p. FA25, q-r. FA8. Se observa pérdida de nitidez en la cruz de malta, ángulos menos marcados en los granos poliédricos y en el caso del grano q-r un aumento en la visibilidad de la lamela.	71
Figura 117. Ejemplo de granos de almidón alterados por fermentación. a-b. FA2, c-d. FA10. e-f. FA11.....	71
Figura 118. Ejemplos de granos alterados por molienda. a-b. FA2, c. FA26, d. FA38.....	71
Figura 119. Métodos de preparación por taxón.	73

Tabla 1. Muestras analizadas.	10
Tabla 2. conteos de fitolitos Sitio J10-1.b	30
Tabla 3. conteos de almidones sitio J10-1	45
Tabla 4. Distribución de los diferentes morfotipos de polen recuperados en J10-1.	55
Tabla 5. conteos de fitolitos Sitio (HA)P1	58
Tabla 6. Granos de almidón identificados en el sitio (HA)P1	60
Tabla 7. conteos de otros microrrestos en el sitio (HA)P1.	61
Tabla 8. conteos de fitolitos sitio I7-2.....	61
Tabla 9. conteos de granos de almidón identificados en el sitio I7-2.....	64
Tabla 10. Promedio de taxones identificados por tipo de muestra.....	67
Tabla 11. Usos registrados para los diferentes taxones.....	68
Tabla 12. Taxones presentes en cada muestra, los recuadros coloreados indican presencia del taxon.....	69
Tabla 13. Numero de granos para los diferentes tipos de cocción por muestra.	70
Tabla 14. Métodos de preparación por taxón.	72

Introducción

Este informe incluye información sobre las muestras seleccionadas y los protocolos a aplicar para el análisis de 23 muestras procedentes de fragmentos cerámicos recuperados en diferentes fases del proyecto. Las muestras analizadas están detalladas en la tabla 1.

MUESTRA	SITIO	MATERIAL ASOCIADO
M. FA. 1	J10-1	Cerámica
M. FA. 2	J10-1	Cerámica
M. FA. 3	(HA) P1	Cerámica
M. FA. 4	J10-1	Cerámica
M. FA. 8	J10-1	Cerámica
M. FA. 9	J10-1	Cerámica
M. FA. 10	J10-1	Cerámica
M. FA. 11	J10-1	Cerámica
M. FA. 13	J10-1	Cerámica
M. FA. 14	J10-1	Cerámica
M. FA. 25	J10-1	Cerámica
M. FA. 26	J10-1	Cerámica
M. FA. 27	J10-1	Cerámica
M. FA. 37	J10-1	Cerámica
M. FA. 38	J10-1	Cerámica
M. FA. 44	J10-1	Cerámica
M. FA. 45	J10-1	Cerámica
M. FA. 46	J10-1	Cerámica
M. FA. 48	J10-1	Cerámica
M. FA. 49	J10-1	Cerámica
M. FA. 50	J10-1	Cerámica
M. FA. 51	I7-2	Cerámica
M. FA. 52	I7-2	Cerámica

Tabla 1. Muestras analizadas.

Protocolo

El protocolo empleado para la extracción de microrrestos de sedimentos fue adaptado de Coil *et al.* (2003) Zucol y Osterrieth (2002) y Dickau (2005).

Fragmentos cerámicos

1. Extracción de la muestra: Las muestras fueron extraídas por el personal del equipo de arqueología de la minera, siguiendo las recomendaciones de la especialista que incluyen una limpieza superficial en seco de los artefactos para eliminar los sedimentos externos que reflejan mejor el contexto que el uso del artefacto, para esto se recomienda el uso de un cepillo de dientes previamente esterilizado mediante hervor por 10 min. en una solución de agua y ácido acético al 10%. El método de extracción recomendado fue el método de extracción en seco, en cual se remueve el sedimento de la superficie de los artefactos con ayuda de un explorador metálico (Aceituno y Lalinde 2011, Messner y Schindler 2010, Piperno 2006, Piperno y Holst 1998), poniendo especial atención a poros y fisuras en los mismos.
2. Limpieza y secado de las muestras:
 - a. Desagregación y defloculación: en un vaso de precipitado de 900 ml se agrega a la muestra una solución de Bicarbonato de sodio al 10%, con el fin de aumentar la carga iónica del agua y facilitar la separación de partículas pequeñas como la arcilla de los micro restos. Se agita durante 12 horas, tras lo cual se deja reposar durante una hora y se decanta.
 - b. Lavado del sedimento: se agrega una solución de agua desmineralizada con detergente de laboratorio no iónico al 5%, hasta completar 800 ml. Se agita suavemente en el agitador magnético entre 12 y 24 horas, la muestra se deja reposar por 32 minutos, tras la cual se decanta la mayor cantidad de líquido posible, con el fin de eliminar las partículas de menos de 7.8 micras. Se vuelve a agregar agua desmineralizada hasta los 800ml y se repite el decantado las veces necesarias para eliminar el detergente.
 - c. Secado de la muestra: el remanente de la muestra se filtra con papel de filtro libre de cenizas y se seca bajo lámpara en cajas de Petri. Una vez secas las muestras, se colocan en tubos eppendorf para su almacenamiento.
3. Montaje de placas: un máximo de 0.5 mg de sedimento seco se deposita en un tubo eppendorf y se mezcla con 1 ml de Entellan. Con ayuda de una nueva pipeta se dibuja en el

portaobjetos un rectángulo de dimensiones similares al cubreobjetos utilizado, se cubre con el mismo y se deja secar por 1 día. De esta forma cada placa conserva la movilidad de los micro restos por cerca de 3 días.

4. Descripción e identificación de fitolitos y almidones: según la cantidad de sedimento resultante del procesamiento de las muestras, se realizan conteos totales o de un máximo de 5 placas. Para la descripción de los fitolitos se utilizan los criterios descriptivos del ICPN 2 (Neumann *et al.* 2019), en varios casos se conserva el nombre en latín o inglés utilizado con más frecuencia en la bibliografía citada. La identificación se lleva a cabo gracias a material de referencia propio y material bibliográfico de comparación. Para los granos de almidón se sigue la nomenclatura establecida en el ICSN (2011) . Los granos se dividen en los siguientes tamaños, a menos que se especifique un rango diferente para el tipo o para el taxón. Se consideran granos pequeños todos aquellos $<10\mu$. Los granos medianos comprenden los granos entre 10 y 20μ , finalmente los granos grandes superan las 20μ . Para la descripción de las alteraciones presentes en los granos se siguió a Babot (2009), Henry *et al.* 2009 y Tavarone 2019). Como material de referencia para la identificación de granos de almidón se utiliza la colección de referencia de la Universidad de Antioquia, material de referencia propio y material bibliográfico pertinente.

Descripción de los taxones identificados

En esta sección, se presentan los taxones identificados tanto para fitolitos como para granos de almidón, así como otros tipos de microrrestos recuperados. Para cada taxón se describen los diferentes morfotipos utilizados para su identificación y se presenta información básica sobre sus requerimientos ecológicos, distribución y uso potencial.

Fitolitos

Los fitolitos son concreciones silíceas o calcáreas no cristalinas que se forman en los espacios intra e intercelulares de las plantas (Denham *et al.* 2009), los dos factores determinantes en la forma de un fitolito son la clase de célula que acumula sílice y su ubicación en el cuerpo de la planta, aunque algunas plantas producen fitolitos diagnósticos por acumulación de sílice en espacios intercelulares especializados, como es el caso de las cucurbitáceas (Piperno 2006: 24). Su función es proporcionar soporte estructural, defender la planta de los herbívoros y los ataques por hongos, auxiliar en funciones relacionadas con la fotosíntesis, aliviar el estrés hídrico y por minerales pesados y ayudar al crecimiento de las plantas (Leonard *et al.* 2015, Dabney *et al.* 2016, Borrelli *et al.* 2011). Su cualidad de defensa física hace que se encuentren principalmente en partes de la planta que no son consumidas por los humanos y en el caso de los calcifitolitos que los métodos de preparación estén dirigidos a su eliminación, por lo tanto aparecen en los artefactos y el cálculo dental con menor frecuencia que en los suelos.

Una de sus mayores ventajas como proxie en estudios arqueológicos es que suelen preservarse bien en ambientes húmedos y donde otras evidencias, como polen y macrorrestos, han desaparecido (Denham *et al.* 2009, Piperno y Stothert 2003), sin embargo, algunas plantas pueden producir varios morfotipos mientras otras no producen ninguno (Denham *et al.* 2009), por lo tanto, es ideal combinar su estudio con el de otros proxies.

Los taxones presentes en las muestras analizadas incluyen:

Poaceae

Existen aproximadamente 10.000 especies y 700 géneros de gramíneas, estas plantas se encuentran prácticamente en todos los ambientes terrestres, cubriendo aproximadamente una quinta parte de la superficie de la tierra (Barker *et al.* 1995, 374). Tienen una amplia importancia económica ya que además de los bambús y una amplia variedad de hierbas y cereales menores, incluyen 3 los cultivos más extendidos a nivel mundial: el maíz (*Zea mays*), el trigo (*Triticum* spp. L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.) (Zeigler 2019, XIX). Las gramíneas predominan en hábitats abiertos y son invasivas en los campos agrícolas, sin embargo, algunas especies como el bambú crecen en hábitats boscosos. Colombia

cuenta con 183 géneros y 907 especies, 77 de las cuales son endémicas (Giraldo-Cañas 2013: 57). En las muestras analizadas se recuperaron fitolitos pertenecientes a las subfamilias Bambusoideae, Panicoideae, Chloridoideae, así como poaceas no específicas, a nivel de especie solo fue identificado *Zea mays*.

Bambusoideae

Fueron identificadas mediante los morfotipos propuestos por Piperno (2006: 31), siendo principalmente sillas de montar colapsadas o con plataforma alta, cuerpos cruzados de plataforma alta, rondeles carinados, conos truncados y bilobulados con proyecciones (Figura 1). En el área de estudio se encuentran *Arberella lancifolia* Soderstr. & C.E. Calderón, *Cryptochloa concinna* (Hook. f.) Swallen, *C. dressleri* Soderstr., *Olyra caudata* Trin., *Pariana strigosa* Swallen (<http://legacy.tropicos.org/Name/42000357?projectid=46&langid=66>)¹.

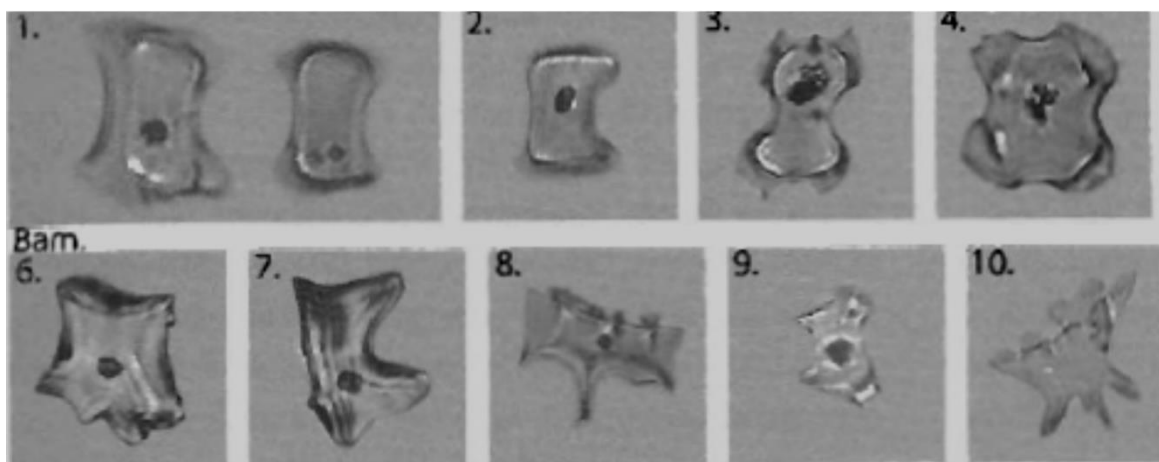


Figura 1. Imágenes de referencia para Bambusoideae, tomadas de Piperno 2006, 31.

Panicoideae

Fueron identificadas por la presencia de fitolitos bilobulados (Piperno 2006: 34) (Figura 2). En el área de estudio se encuentran actualmente *Arundinella berteroniana* (Schult.) Hitchc. & Chase, *Ichnanthus pallens* (Sw.) Munro ex Benth., *Ischaemum timorense* Kunth. (<http://legacy.tropicos.org/Name/42000357?projectid=46&langid=66>).

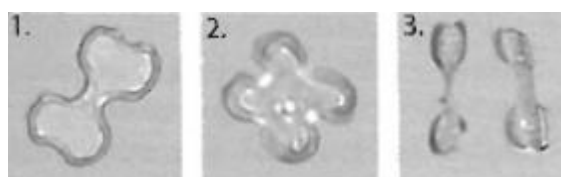


Figura 2. Imágenes de referencia para Panicoideae, tomadas de Piperno 2006, 31.

¹ A partir de este momento las referencias a la vegetación actual del área de impacto o el área de estudio proceden de este inventario.

Chloridoideae

Esta familia no está representada actualmente en el área de estudio, sin embargo, fue identificada mediante la presencia del morfotipo silla de montar (Piperno 2006:33) (Figura 3).



Figura 3. Imagen de referencia para *Chloridoideae*, tomada de Piperno 2006, 31.

Triticeae

Esta tribu se caracteriza por la presencia de granos elipsoides-discoideales, con lamela visible, cráteres de presión y cruz de malta con visibilidad alta. Hilum céntrico, cerrado. Tamaño bimodal, presentando granos grandes a muy grandes (el rango oscila entre 12.1 y 28.9 μ , llegando en pocas ocasiones a más de 40 μ) y granos muy pequeños asociados a los mismos. Pueden observarse en algunos casos asociados a los granos de menor tamaño, rodeados por una membrana exterior (Yang y Perry 2013). Esta tribu incluye el trigo, la cebada y el centeno, por lo que puede actuar como un indicador cronológico indirecto en contextos latinoamericanos.

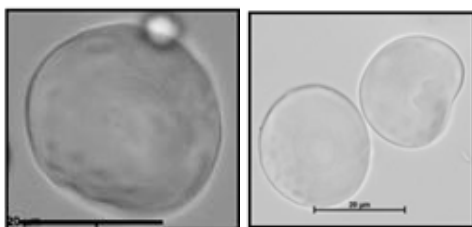
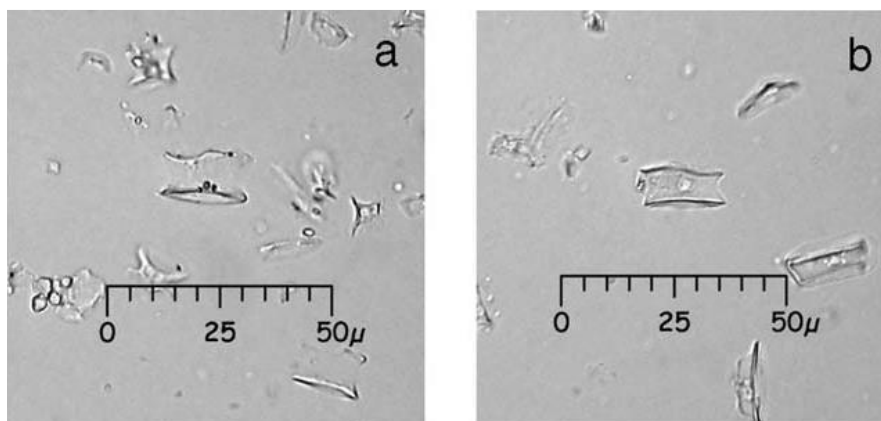


Figura 4. Imagen de referencia para *Triticeae*, Colección de referencia Universidad de Antioquia.

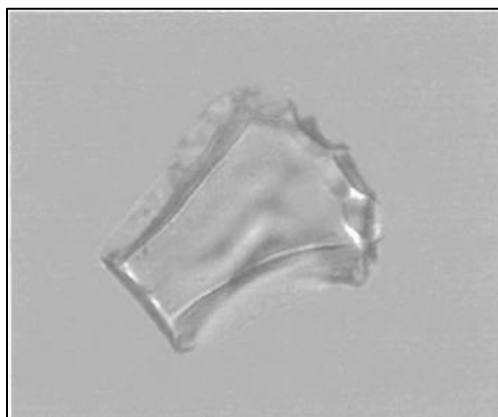
Zea mays

Las primeras evidencias de maíz domesticado se encuentran en el sitio Xihuatoxta, en México y están fechadas alrededor del 8700 A.P (Piperno *et al.* 2009), a partir de ese momento pasaría a extenderse por todo el continente y más tarde a convertirse en uno de los cultivos más importantes a nivel mundial (Zeigler 2019, XIX). Se identificó solo en una de las muestras mediante el morfotipo wavy top rondel (Pearsall *et al.* 2003) (Figura 5).



Poaceas no específicas

En el caso de las muestras analizadas se recuperaron varias células buliformes y células largas, las cuales poseen menor valor taxonómico que las células cortas y por lo tanto no permiten una identificación más precisa, la producción de estas células es mucho más aleatoria que la de las células cortas y suele depender de factores externos como la disponibilidad de sílice y humedad en el suelo (Piperno 2006: 44) (Figura 6).



Arecaceae

Esta familia se identificó por medio del morfotipo globular echinate producido en todos los tejidos de la planta y de tamaño variable (Figura 7). Estos fitolitos se diferencian de otros morfotipos globulares decorados por sus espinas terminadas en punta o punta redondeada (Benvenuto *et al.* 2015).

La familia Arecaceae está compuesta por 5 subfamilias, 28 tribus y más de 2500 especies (Dransfield *et al.* 2008), actualmente 13 géneros pueden encontrarse en el área de estudio (13 géneros (*Asterogyne*, *Bactris*, *Calyptrogyne*, *Chamaedorea*, *Chelyocarpus*, *Cryosophila*, *Geonoma*, *Iriarte*,

Pholidostachys, Socratea, Synechanthus, Welfia, Wettinia). Las palmas son consideradas como uno de los taxones más útiles del bosque tropical, ya que prácticamente todas las partes de la planta pueden ser utilizadas de alguna manera; el follaje se utiliza para la cestería, elaboración de techos y esteras, sus fibras para la elaboración de cuerdas y textiles, las semillas de varias especies son comestibles o se procesan para extraer aceites, los cogollos tiernos pueden consumirse como alimento y su madera se utiliza en la construcción (Pearsall *et al.* 2017).

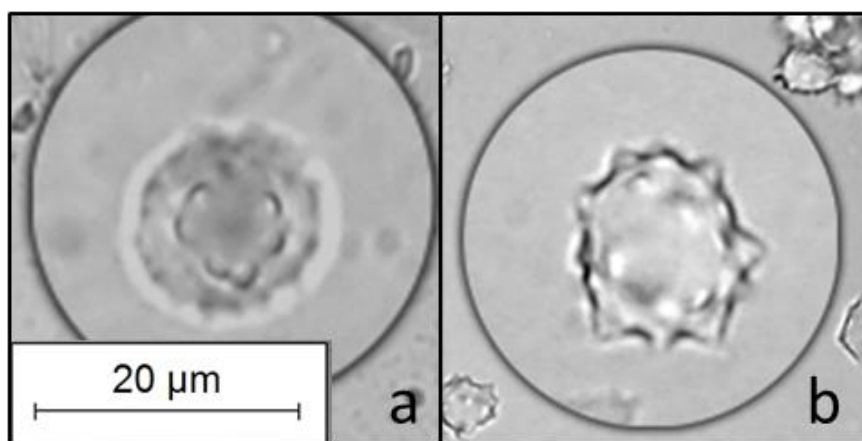


Figura 7. Fitolitos de *Bactris ssp.* y *Cocos nucifera*. Imágenes de referencia tomadas de Pearsall *et al.* 2022.

Zingiberales

Este orden incluye las familias Musaceae, Strelitziaceae, Lowiaceae, Heliconiaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Cannaceae y Marantaceae (Kress 1990). En las muestras se recuperaron morfotipos afines a Cannaceae, *Calathea ssp.* y Marantaceae.

Cannaceae (ej. *Achira* o *sagú*)

El género *Canna* se distribuye por todo el Neotrópico, desde Virginia en Estados Unidos hasta las Indias Occidentales y el norte argentino, abarcando alturas desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m. Prefieren los suelos ricos en humus de los bosques subtemplados a tropicales, donde con frecuencia se encuentran en las orillas de ríos y arroyos (Sistemática de plantas vasculares 2022). Las plantas de esta familia han sido utilizadas desde cerca del 2500 a.P, fecha para la que fue identificada en el desierto de Perú. Entre sus usos más comunes se encuentran el consumo de los rizomas y la elaboración de cuentas con sus semillas (Op. Cit).

Se identificó mediante el morfotipo esferoide psilate con tamaños entre las 12 y 25 μ (Figura 8)(Piperno 2006: 194, Pearsall *et al.* 2022).

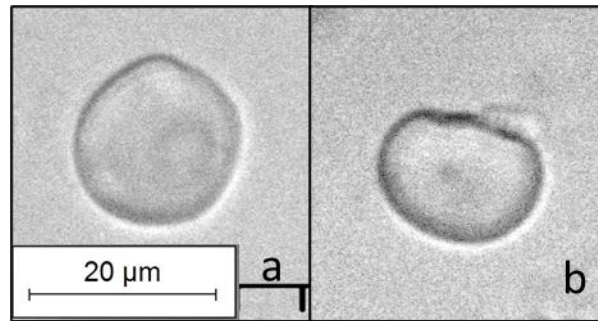


Figura 8. Morfotipos utilizados para identificar Cannaceae. a-b. esferoide psilate. Imágenes de referencia tomadas de Albert et al. 2022

Marantaceae (ej. Sagú, Juajua, Arrowroot, Liri)

Es la segunda familia más grande en la clase de las Zingiberales, con 30 géneros y entre 450 y 500 especies (Kress 1990) su distribución es Pantropical, con géneros como *Calathea* y *Maranta* en el Neotrópico. Generalmente se encuentran en selvas tropicales con alturas de hasta 1000 m.s.m.n y generalmente prefieren los ambientes perturbados, aunque algunas especies crecen en sotobosques de canopia densa o humedales (sistemática de plantas vasculares 2022).

Algunas especies forman rizomas, que en el caso de *Maranta arundinacea*, *Calathea allouia* y *Thaumatococcus daniellii*, entre otras, son comestibles, además otras partes de la planta se utilizan para hacer canastas y envolver alimentos. (Costa et al. 2008). Se identifico gracias a la presencia de del morfotipo globular nodulose (Figura 9).

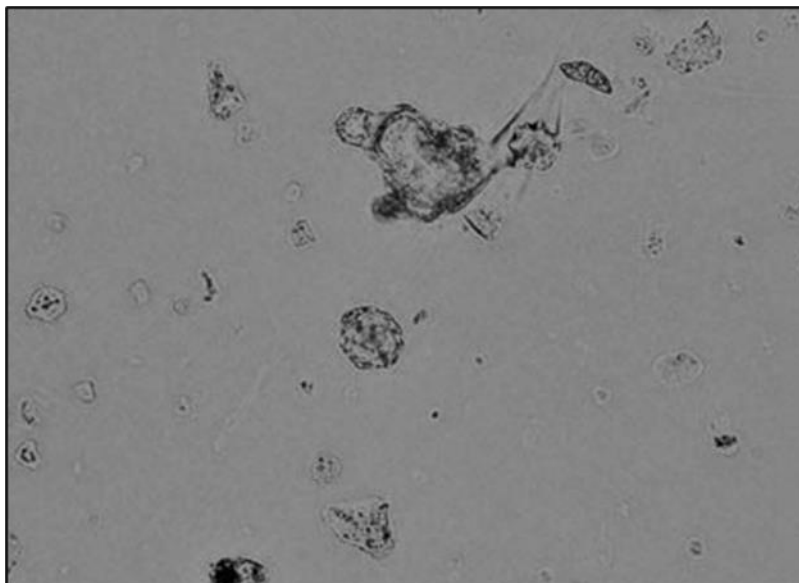


Figura 9. Imagen de referencia tomada para Marantaceae de Pearsall et al. 2022.

Calathea ssp. (*calateas*)

Este género fue identificado gracias a la presencia del morfotipo globular verrucoso de hasta 50μ de diámetro (Pearsall *et al.* 2022) (Figura 10). Algunas especies han sido reportadas en las crónicas como alimentos de emergencia (*Calathea allouia*) (Cooke y Sánchez Herrera 2004). Actualmente en el área del proyecto se encuentran las siguientes especies: *Calathea confusa*, *C. dressleri*, *C. gordonii*, *C. killipii*, *C. lasiostachya* y *C. micans*.



Figura 10. Imagen de referencia tomada para *Calathea insignis*, tomada de Pearsall *et al.* 2022

Cucurbitaceae (calabazas y zapallos)

Esta familia comprende cerca de 118 géneros y 825 especies, varias de las cuales tienen una gran importancia económica y en algunos casos han sido domesticadas (Lira *et al.* 1998). Fue identificada por medio de fitolitos del morfotipo semiesférico/irregular favose (Figura 11) (Piperno 2006, 65). Los géneros presentes en el área del proyecto son *Cionosicyos*, *Gurania*, *Melothria* y *Selysia*.

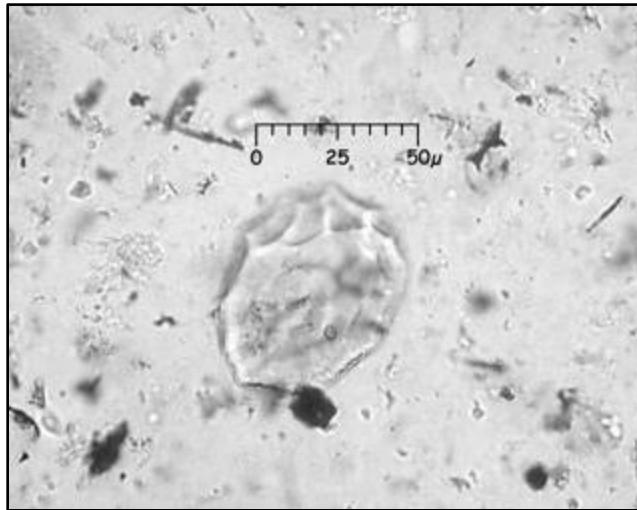


Figura 11. Imagen de referencia morfotipo *Lagenaria siceraria*, tomada de Pearsall et al. 2022.

Loranthaceae (ej. sofoca palo)

Las Loranthaceas son las principales plantas hemiparasitas en la flora tropical, se trata principalmente de arbustos y algunas especies trepadoras, que se caracterizan por parasitar dicotiledóneas leñosas. Se distribuyen las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Sistemática de plantas vasculares 2013, Dueñas-Gómez y Franco-Roselli 2001). Prefieren lugares muy iluminados y húmedos, por lo que suelen encontrarse a orillas de caminos o ríos. Actualmente las hojas y flores se utilizan en medicina popular como emenagogo, abortivo, diurético, hipotensor y antipiléptico, en el tratamiento de heridas, fracturas y llagas, como antidiarreico y para purificar la sangre (Dueñas-Gómez y Franco-Roselli 2001). Se identificaron mediante el morfotipo “glass shard body” (Figura 12) (Albert et al. 2022). Los géneros presentes en el área de estudio son *Cladocolea*, *Oryctanthus*, *Peristethium*, *Phthirusa*, *Psittacanthus* y *Struthanthus*.

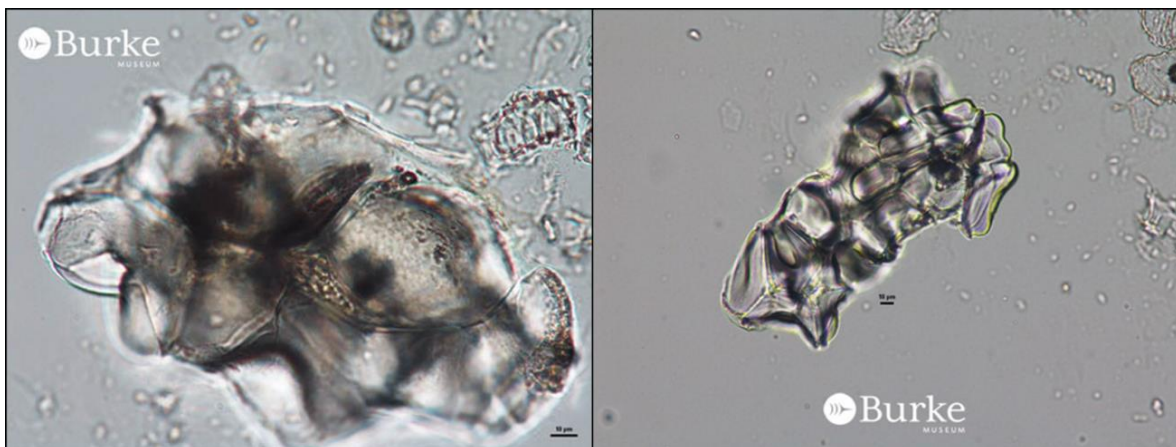


Figura 12. Imágenes de referencia para Loranthaceae, tomadas de Albert et al. 2022.

Asteraceae

Es una de las familias con mayor número de especies a nivel mundial, con aproximadamente 30.000 especies y 1700 géneros (Katinas *et al.* 2007). Varias especies de esta familia han sido consumidas de diferentes maneras, los clústeres de flores se consumen de la misma manera que las alcachofas, las hojas y brotes jóvenes se consumen como vegetales o se utilizan como condimentos y saborizantes, las raíces se consumen en forma de té o tostadas como sustitutos del café. Aunque la mayoría se originaron en Europa y el norte de África, actualmente se encuentran naturalizadas en gran parte del mundo y especies como *Galinsoga parviflora* (guascas) se originaron en Sur América, donde actualmente se siguen utilizando (Prance y Nesbitt 2012, 31-118). Actualmente en el área de estudio pueden encontrarse los géneros *Clibadium* F. Allam. ex L., *Elephantopus* L., *Fleischmannia* Sch. Bip., *Gongrostylus* R.M. King & H. Rob., *Ichthyothere* Mart. Y *Mikania* Willd.

Esta familia fue identificada mediante la presencia de plaquetas opacas con perforaciones (Piperno 2006), presenta porcentajes muy bajos (ver Figura 13).

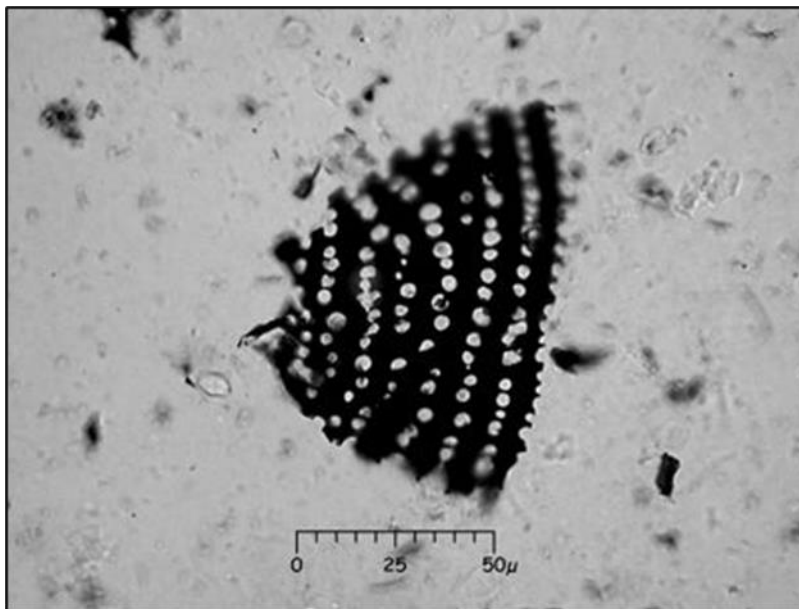


Figura 13. Imagen de referencia tomada de Pearsall *et al.* 2022.

Heliotropium ssp. (ej. suelda-consuelda, alacrancito, verbena morada)

Aunque en el inventario de especies vegetales actuales del área de estudio no se encuentra representado ningún género de la familia Boraginaceae, varias especies como *Heliotropium curassavicum*, *H. indicum* y *H. procumbens*, tienen usos medicinales registrados en trabajos etnobotánicos que incluyen el tratamiento de enfermedades que ocasionan tumores, enfermedades respiratorias, enfermedades urinarias, del sistema digestivo, entre otras (Martínez y

Ángel 2014). Se identifico mediante la presencia de tricomas unicelulares, alargados, de superficie granular, no armados (Figura 14) (Pearsall *et al.* 2022).

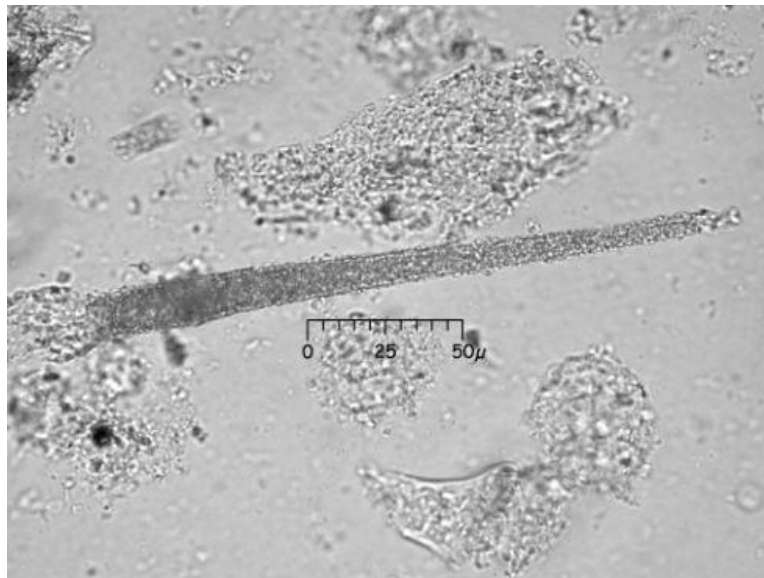


Figura 14. Imagen de referencia (*Heliotropium angiospermum*) tomada de Pearsall *et al.* 2022.

Rubiaceae

Esta familia incluye árboles, arbustos y con menor frecuencia lianas, enredaderas y hierbas. Su distribución es cosmopolita, pero predominante pan tropical, ya que aproximadamente la mitad de sus especies se encuentran en los Neotrópicos. El género de mayor importancia económica es *Coffea*, al cual pertenecen las diferentes especies cultivadas de café. Los géneros *Cinchona* y *Psychotria* poseen usos farmacéuticos ya que de ellos se extraen la quinina y el ipecac, respectivamente. *Rubia tinctoria* fue utilizada por mucho tiempo como colorante rojo, finalmente varias especies poseen frutos comestibles (Sistemática de plantas vasculares 2012).

Actualmente en el área de estudio pueden encontrarse los géneros *Agouticarpa*, *Alibertia*, *Amaioua*, *Amphidasya*, *Arachnothryx*, *Bertiera*, *Chomelia*, *Coffea*, *Coussarea*, *Coutarea*, *Didymochlamys*, *Famea*, *Ferdinandusa*, *Gonzalagunia*, *Hamelia*, *Hoffmannia*, *Isertia*, *Ixora*, *Machaonia*, *Manettia*, *Margaritopsis*, *Notopleura*, *Palicourea*, *Pentagonia*, *Posoqueria*, *Psychotria*, *Randia*, *Raritebe*, *Ronabea*, *Rudgea*, *Rustia*, *Sabicea*, *Schradera*, *Spermacoce* y *Warszewiczia*. Esta familia fue identificada por la presencia de tricomas múltiples estrellados (Lema *et al.* 2015).

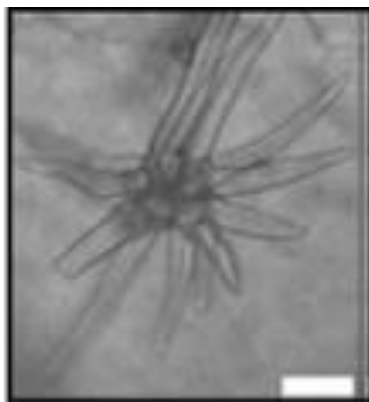


Figura 15. Imagen de referencia *Psychotria carthagenensis*, tomada de Lema *et al.* 2015.

Arbóreo general

Para identificar este grupo se utilizan diversos morfotipos presentes en los tejidos de varias familias de dicotiledóneas leñosas. Entre ellos esclereidas, células que forman parte del esclerénquima y tienen paredes celulares gruesas y formas irregulares (Piperno 2006: 40). Los otros morfotipos observados en las muestras son: bloque, globular nodular pequeño, globular rugulose y células epiteliales no cuadrangulares (Figura 16) (Albert *et al.* 2022, Pearsall *et al.* 2022, Piperno 2006).

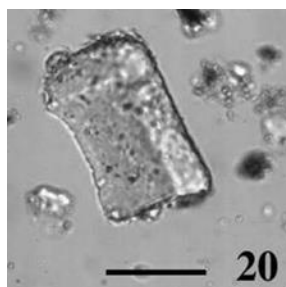


Figura 16. Imagen de referencia para el morfotipo bloque, tomada de Albert *et al.* 2022

Granos de almidón

Los granos de almidón son el principal mecanismo de acumulación de energía en las plantas, son un agregado de carbohidratos compuestos y se forman en los amiloplastos en el caso de los almidones de reserva y en los cloroplastos en el caso de los almidones de transición. Los almidones de reserva son los observados con mayor frecuencia ya que presentan características diagnosticas que permiten su identificación y se acumulan en tejidos de las plantas que suelen ser utilizados como alimento (semillas, tubérculos, rizomas, y raíces) (Loy 1994, Leonard *et al.* 2015, Hardy *et al.* 2009). Su formación parte de un punto central llamado hilum y continúa en con una sucesión de capas de amilosa y amilopectina, lo que da a los granos una estructura semicristalina gracias a la cual es posible ver la cruz de malta bajo luz polarizada y en algunos casos una serie de anillos concéntricos conocidos como lamela (Messner y Dickau 2005). Aunque son susceptibles a ataques enzimáticos,

pueden sobrevivir durante largos periodos de tiempo en ambientes estables como los poros y fisuras de los artefactos arqueológicos, tejidos vegetales o calculo dental (Hardy *et al.* 2009).

Los taxones presentes en las muestras analizadas incluyen:

Manihot cf. esculenta (yuca)

La yuca es uno de los recursos alimenticios más importantes en América tropical debido a su alto contenido de almidón, su resistencia y capacidad de almacenamiento una vez procesada en forma de casabe o harinas (Aceituno y Martín 2017). Se estima que ingreso al istmo de Panamá entre el 7000 y el 5000 a.P, (Dickau *et al.* 2007; Piperno 2006a:60), aunque se reporta que tras la conquista, el casabe consumido por los españoles era importado desde la costa caribe de Venezuela y Colombia, ya que las condiciones ambientales no eran óptimas para su cultivo (Castillero 2006).

Fue identificada por la presencia de granos campaniformes medianos (entre 15 y 24 μ), con una, dos o tres facetas de presión, hilum excéntrico o levemente excéntrico, cerrado, puntiforme o con forma de medialuna (Figura 17)(Lalinde 2009).

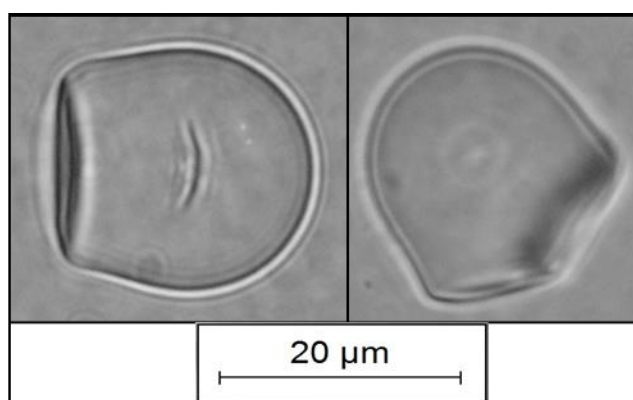


Figura 17. imágenes de referencia para *Manihot esculenta*. Colección de referencia Universidad de Antioquia.

Zea mays (maíz)

El maíz se caracteriza por granos poliédricos irregulares, que pueden llegar a medir hasta 27 μ , aunque la media es de 12.7 μ con una variación estándar de 5.6 (Figura 18) (Medina y Salas 2008). Las medidas pueden variar cuando los granos han sido sometidos a cocción. Presentan entre 4 y 7 facetas de presión e hilum puntiforme o estrellado. La superficie es lisa y la cruz de malta definida, excepto en granos con alteraciones de algún tipo.

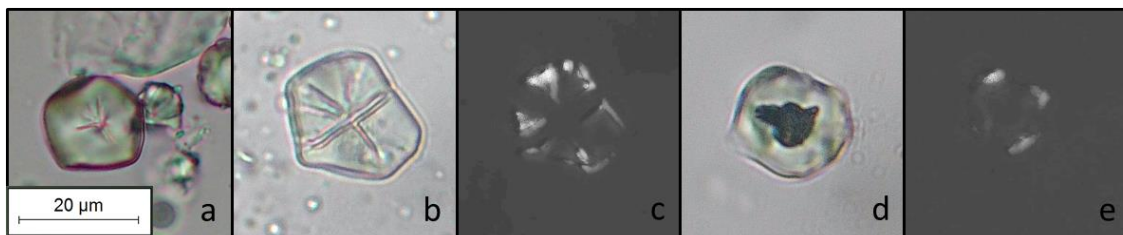


Figura 18. imágenes de referencia para *Zea mays*: a. Grano sin procesos de cocción, b-c. grano sometido a remojo y fermentación, d-e: grano sometido a tostado en seco. Nótese el mayor tamaño y la presencia de fisuras o cavidades oscuras en los granos procesados. Colección de referencia particular.

Arecaceae (palmas)

Los granos de almidón de esta familia son, generalmente, poliédricos, irregulares, pequeños a medianos (hasta 15µ), con hilum céntrico, abierto y frecuentemente con fisuras en este. Sin Lamela y con una cruz de malta más o menos definida.

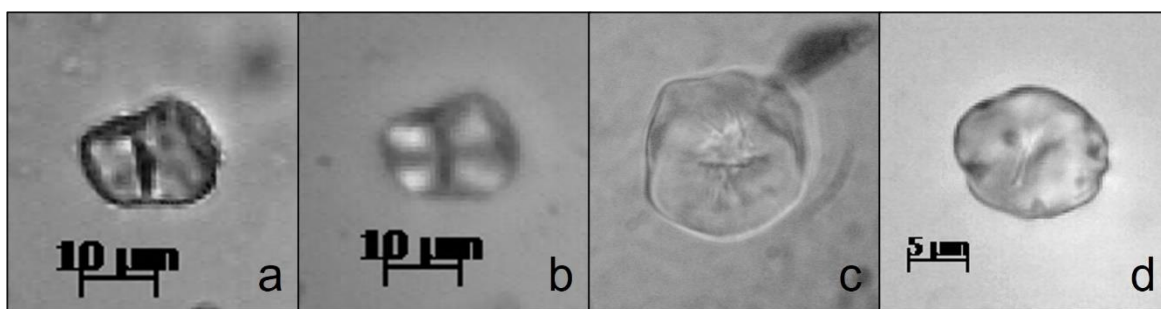


Figura 19. Imágenes de referencia para Arecaceae: a-b. *Acrocomia aculeata*, c. *Euterpe precatoria*, d. *Aiphanes horrida*. Colección de referencia Universidad de Antioquia

Cucurbitaceae (zapallos y calabazas)

Los almidones de esta familia presentan formas campaniformes y de ¼ de esfera, con dos facetas de presión, hilum céntrico, cerrado, puntiforme y un tamaño promedio de 15.7µ, pero que puede ser menor en especies silvestres (Figura 20)(Lalinde 2009: 50-59).



Figura 20. Imágenes de referencia para Cucurbitaceae: a. *Cucumis anguria*, b. *Cucurbita maxima*, c. *Sechium edule*. Escala 20µ. Colección de Referencia Universidad de Antioquia

Phaseolus ssp. (frijol)

Este género se caracteriza por granos grandes, alargados, que incluyen los morfotipos elipsoide y reniforme. Presentan hilum alargado, abierto que sigue la forma del grano. Lamella visible en la mayoría de los granos (Figura 21) (Lalinde 2009). En las variedades silvestres el tamaño de los granos es menor.

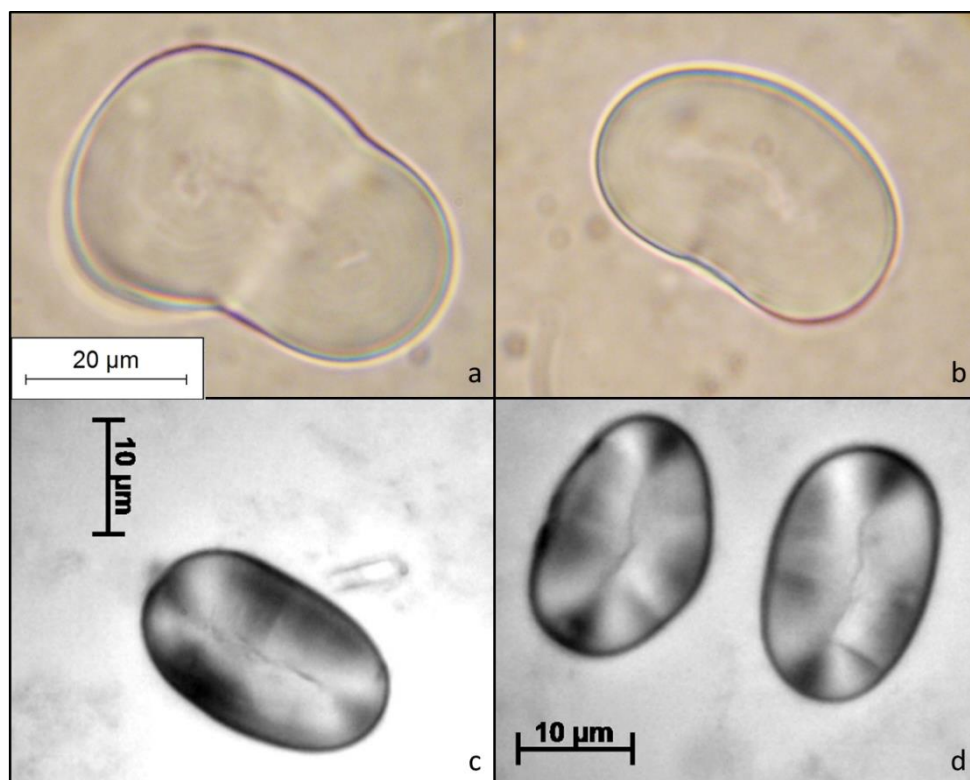


Figura 21. Imágenes de referencia para *Phaseolus* ssp.: a-b. *Phaseolus vulgaris*, escala 20μ, c-d. *Phaseolus lunatus*, escala 10μ. Colección de referencia Universidad de Antioquia.

Capsicum ssp. (ajíes)

Este género produce granos grandes, con forma lenticular aplanada y una depresión central poco profunda, similares a glóbulos rojos. Vistos lateralmente son elipsoides con una línea marcada que los divide longitudinalmente (Figura 22) (Perry *et al.* 2007).

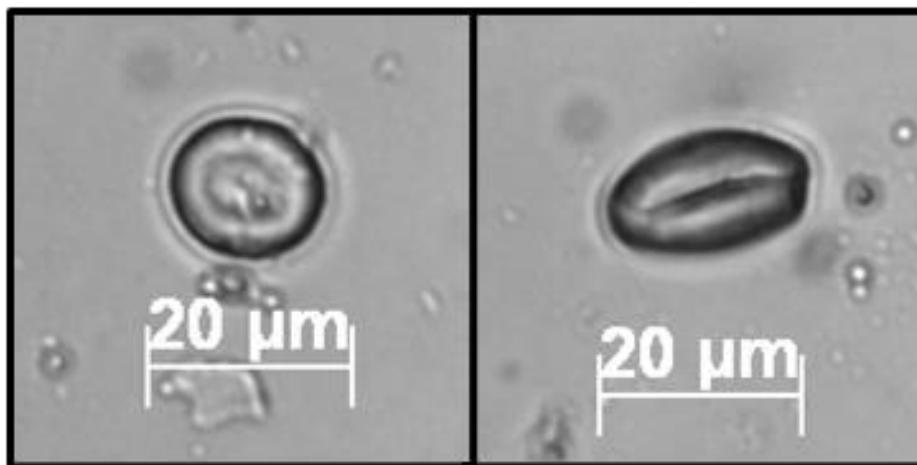


Figura 22. Granos de *Capsicum annuum*, vista ventral y lateral. Colección de referencia Universidad de Antioquia.

Maranta ssp. (genero del sagú, la maranta y el arrurruz)

Este género se caracteriza por granos predominantemente grandes ($>20\mu$), formas mayormente ovaladas, ovoides y triangulares hilum excéntrico o ligeramente excéntrico, que puede ser estrellado, lunar o en forma de cruz. La lamela es visible en muy pocos granos (Figura 23) (Lalinde 2009:140).

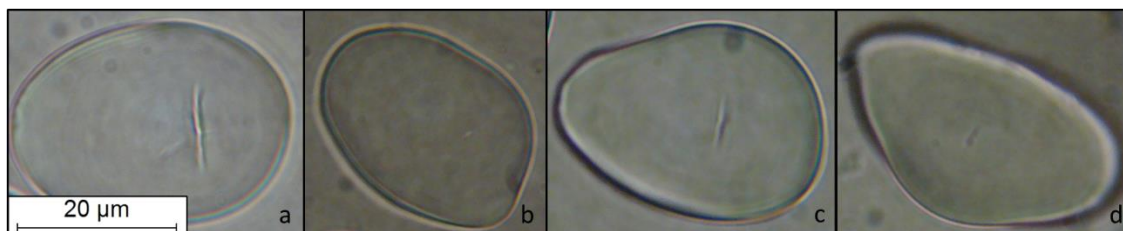


Figura 23. imágenes de referencia para *Maranta* ssp.: *Maranta arundinaceae*. Escala 20μ . Imágenes tomadas de la colección de referencia de la Universidad de Antioquia.

Bixa cf. *orellana*

Bixa orellana es un arbusto perenne que produce frutas con semillas de interés económico, ya que pueden utilizarse directamente sobre la piel como repelente, como colorante con usos rituales y también se utilizan con frecuencia y hasta la actualidad, como saborizante y colorante en las comidas (Fonnegra y Jiménez 2007). Suele encontrarse en jardines asociado con otros árboles frutales y puede crecer en todo tipo de terrenos de tierras bajas y medias tropicales (Mickleburgh y Pagán-Jiménez 2012). Se caracteriza por granos elipsoides, grandes de hilum céntrico, alargado y con poca visibilidad, que se manifiesta en una cruz de malta característica (Figura 24) (Cagnato 2022, Mickleburgh y Pagán-Jiménez 2012).

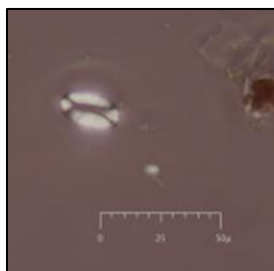


Figura 24. Imagen de referencia para *Bixa orellana*, tomada de Cagnato 2022.

Dioscorea ssp. (genero del ñame)

Este género está representado por granos grandes ($>20\mu$), triangulares, redondeados con una faceta de presión, con hilum puntiforme excéntrico, lamella ligeramente visible y cruz de malta clara. Actualmente en el área del proyecto se encuentran 3 especies: *D. mexicana*, *D. racemosa* y *D. urophylla*.

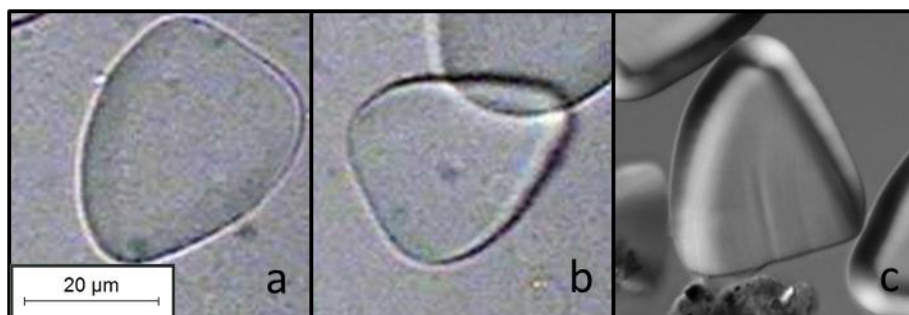


Figura 25. imágenes de referencia para *Dioscorea*: a-b: *Dioscorea alata* y *Dioscorea bulbifera*. Escala 20μ . Imágenes tomadas de la colección de referencia de la Universidad de Antioquia y Cagnato 2021.

Dioscorea cf. *trifida* (ñame)

Esta planta tuberosa originaria de los trópicos americanos es apreciada por el sabor y textura de sus tubérculos, se considera el principal ñame domesticado del nuevo mundo, y en ocasiones es utilizada con fines medicinales (Bou Rached *et al.* 2006, Piperno y Holst 1998). Actualmente puede encontrarse en las provincias de Veraguas, Coclé y Panamá en hábitats descritos como bosque húmedo premontano y bosque húmedo (<http://herbario.up.ac.pa/Herbario/herb/vasculares/view/species/6659>) . se caracteriza por granos grandes, simples, con lamela, elipsoide con un extremo aplanado, hilum puntiforme, poco visible y excéntrico, a partir del cual se puede observar una depresión cuneiforme cuyo extremo abierto apunta al extremo aplanado del grano y que se observa mejor bajo luz polarizada. El diámetro máximo varía entre 24 y 84μ (Figura 26) (Piperno y Holst 1998, Cagnato 2022).

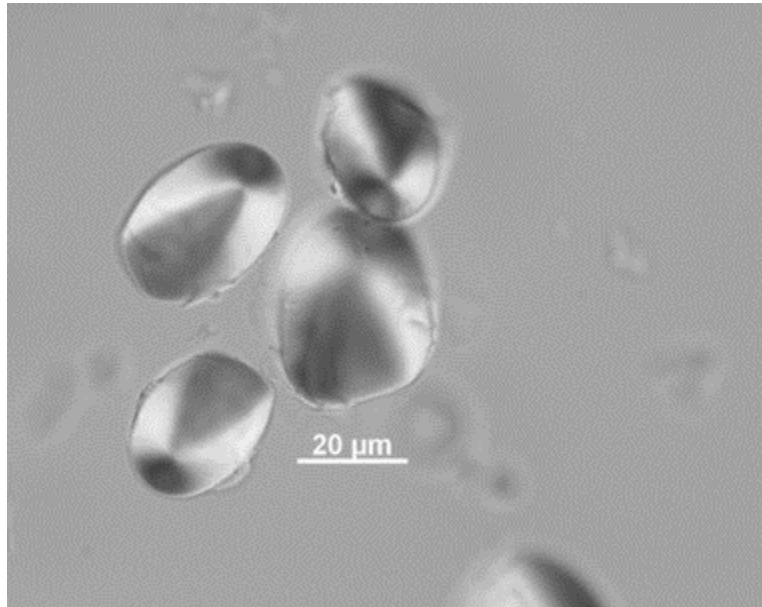


Figura 26. Imagen de referencia para *Dioscorea trifida*, tomada de Cagnato 2022.

Granos de almidón transitorio

los granos de almidón transitorio presentan, generalmente, formas esféricas o elipsoides sin otras características diagnosticas, son uno de los polisacáridos de almacenamiento más abundantes (Buleón *et al.* 1998) siendo sintetizados durante el día mediante el proceso de fotosíntesis en contraste con el almidón que se encuentra en los órganos de que es sintetizado durante días o semanas. Se conoce relativamente poco acerca del proceso de acumulación-degradación del almidón transitorio y de su estructura (Santacruz 2005).

No identificados

En esta categoría se incluyen los granos sin características diagnosticas, aquellos demasiado alterados como para ser identificados y aquellos con características diagnosticas, pero que no encajan con ninguna de las plantas registradas en las colecciones de referencia disponibles.

Otros microrrestos

En esta categoría se encuentran diatomeas, polen, esporas, espículas de espongiarios, zooclastos, concentriquistes y quistes de crisófitas. Si bien, cada uno de estos microrrestos debería ser analizado tras un protocolo específico que permita obtener el máximo de información posible, su presencia en las muestras puede ser útil para determinar qué tipos de análisis pueden implementarse en el futuro.

Resultados preliminares

Sitio J10-1

Fitolitos

En las muestras pertenecientes a este sitio se recuperaron 791 fitolitos distribuidos de la siguiente manera:

Muestra	Poaceae					Arecaceae	Zingiberales		Cucurbitaceae	Loranthaceae	Asteraceae	Heliotropium ssp.	arbóreo general	Rubiaceae	No diagnósticos y no identificados	Total
	Bambusoideae	Panicoideae	Chloridoideae	No determinada	<i>Zea mays</i>		Marantaceae	Cannaceae								
FA1			1	1				3					1		5	11
FA2								5			4		5			14
FA4				8				7					30		3	48
FA8				14			1	3	1		2		14		1	36
FA9				12	1	1	1	19	1				3		2	40
FA10			1	1												2
FA11				10				2	2				17		2	33
FA13							2	4			19		1		54	80
FA14	3	1		16		1					3		15	1	20	60
FA25	1					7	16	3					9		30	67
FA26				1			1	5			1		5		4	17
FA27				2		1	15	8		4			6		24	60
FA37						2		7					17		17	43
FA38		1				1	3	4			1		12		10	32
FA44				20				6	2				19		7	54
FA45				1						1			11		1	14
FA46													6		1	13
FA48	1	2		8		3	1	9			1	1	11		18	53
FA49						1		2					2		8	13
FA50		1	3	22				14					42		12	100

Tabla 2. Conteos de fitolitos Sitio J10-1.b

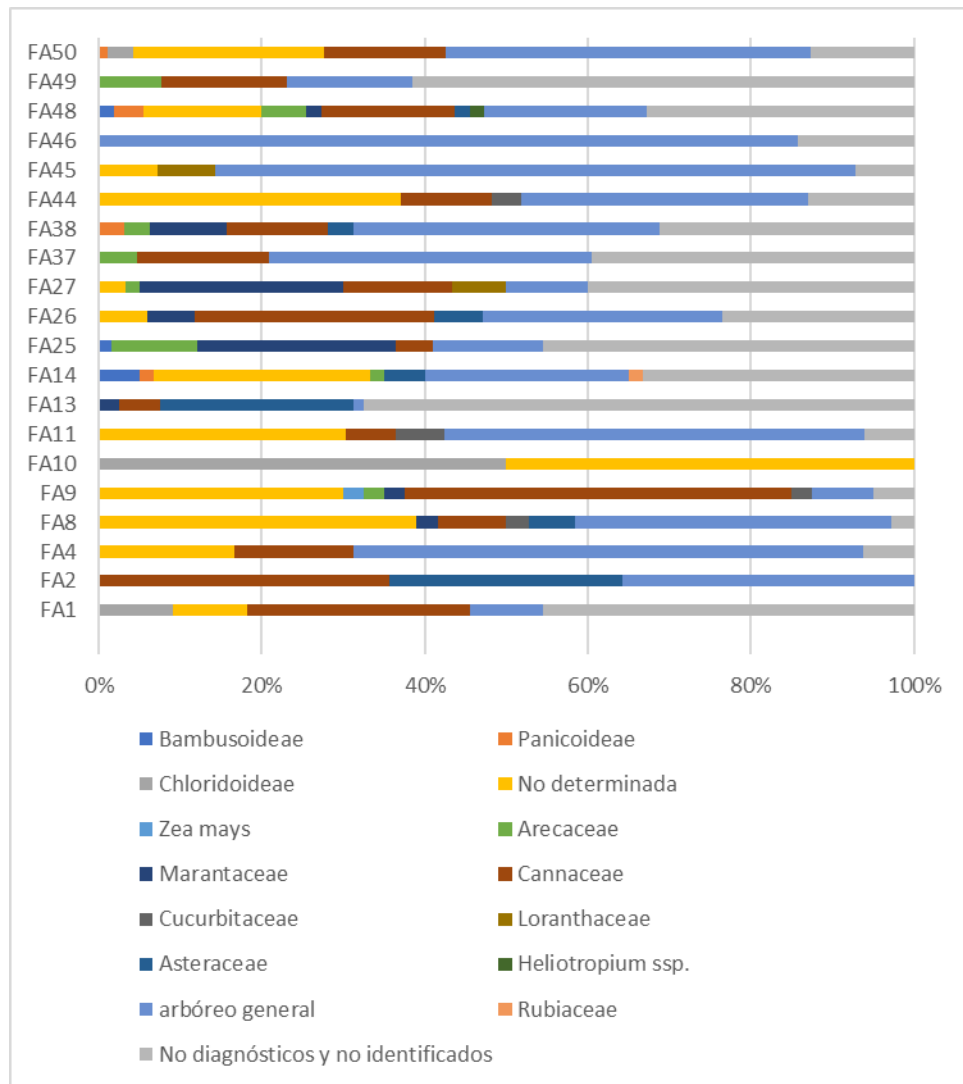


Figura 27. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante fitolitos en las muestras del sitio J10-1

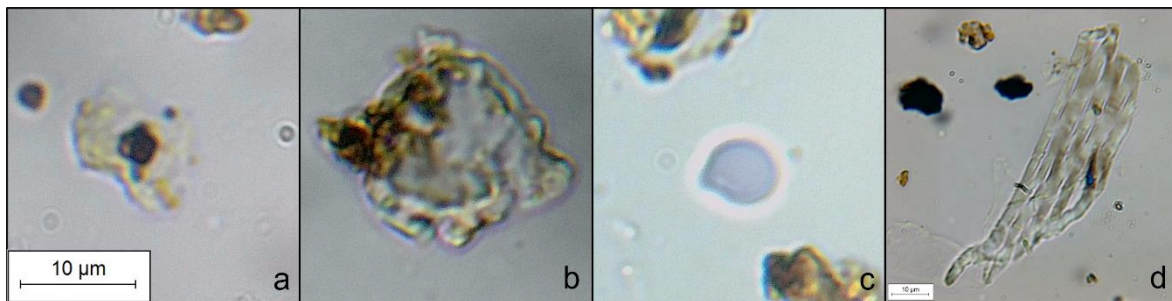


Figura 28. Fitólitos identificados en FA1. a. Chloridoideae, b. Poaceae no específica, c. Cannaceae, d. tejido no diagnóstico.

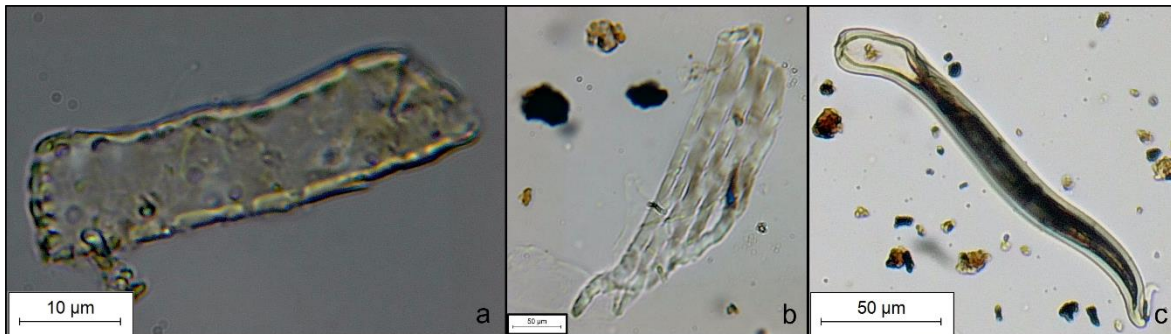


Figura 29. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA1. a. tabular scrubiculate, b. tejido indeterminado, c. tricoma simple.

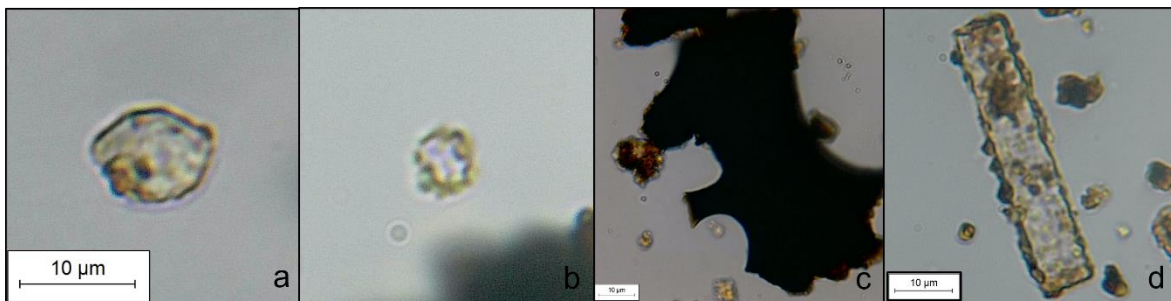


Figura 30. Fitolitos identificados en FA2. a. Cannaceae, b. Arbóreo general, c. Asteraceae, d. No diagnóstico.



Figura 31. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA2, elongate.

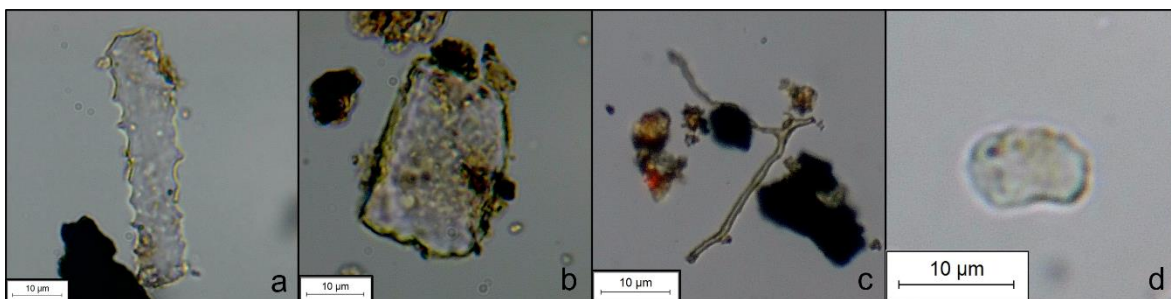


Figura 32. Fitolitos identificados en FA4. a. Poaceae no específica, b. arbóreo general, c. tejido no diagnóstico, d. Cannaceae. Escala 10µ

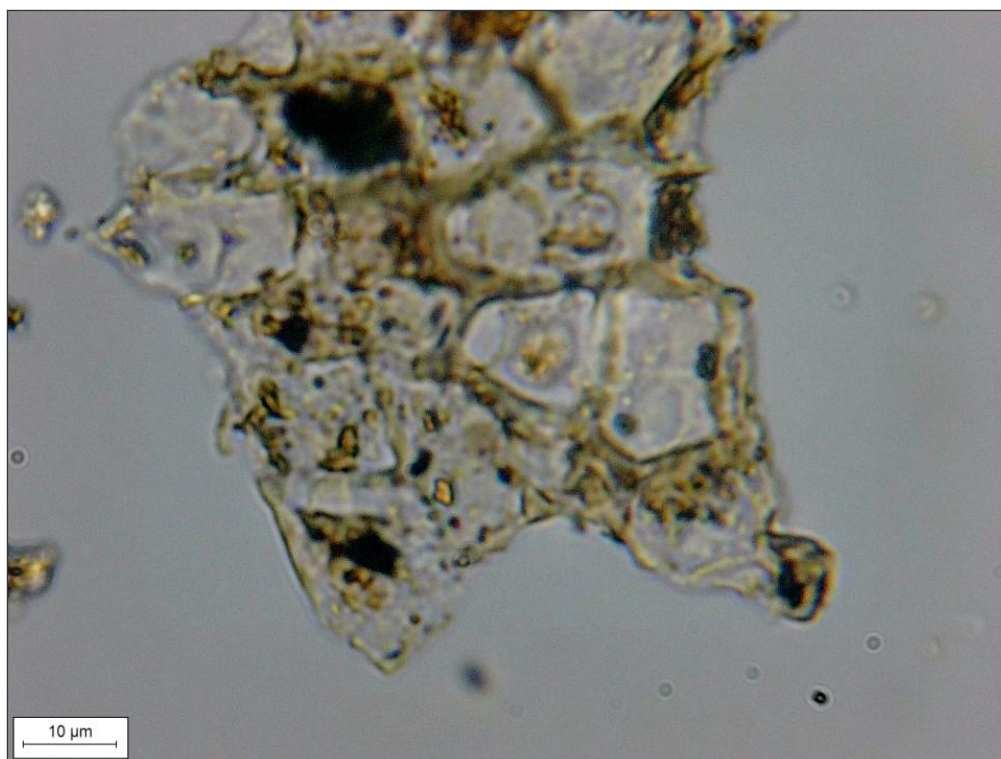


Figura 33. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA4, tejido epidérmico.

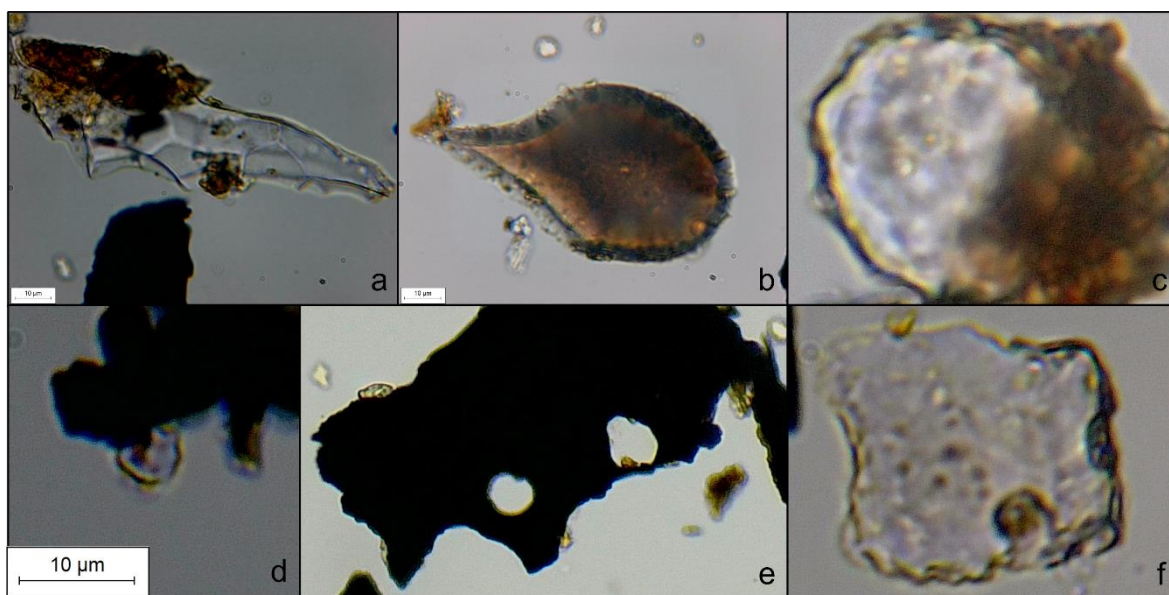


Figura 34. Fitolitos identificados en FA8. a. Cucurbitaceae, b. Poaceae no determinada con signos de calcinación, c. *Maranta ssp.*, d. Cannaceae, e. Asteraceae, f. arbóreo general.

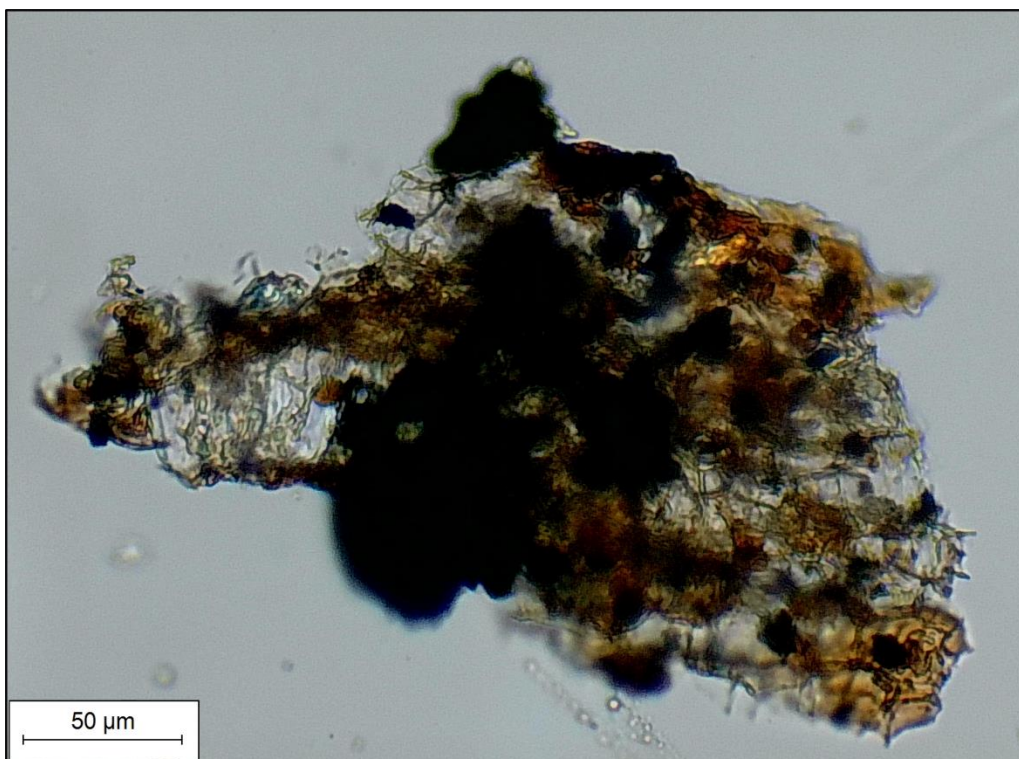


Figura 35. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA8, tejido epidérmico.

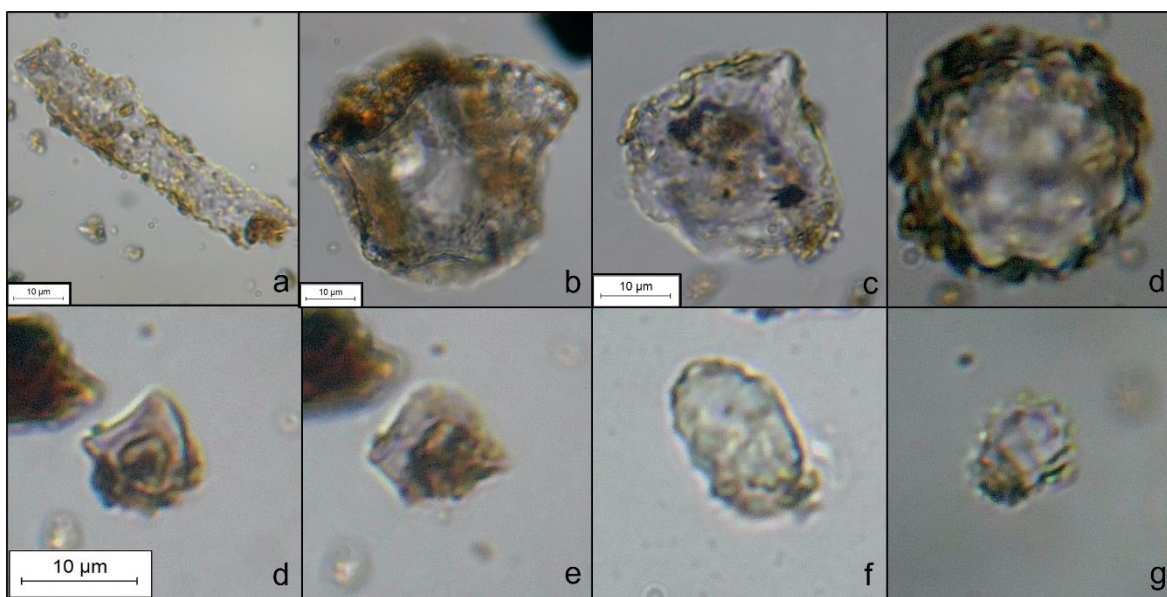


Figura 36. Fitólitos recuperados en FA9. a. Poaceae indeterminada, b. Cucurbita ssp., c. arbóreo general, d. Maranta ssp., d-e. Zea mays, f. Cannaceae, g. Arecaceae. Escala 10μ.



Figura 37. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA9, tejido epidérmico.

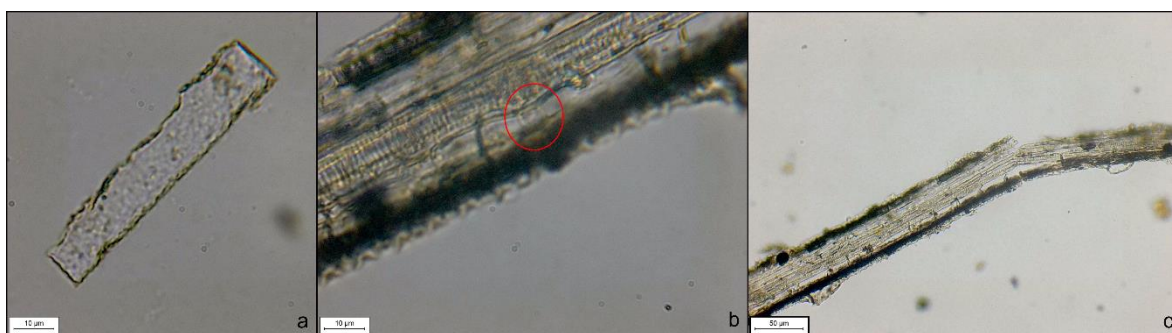


Figura 38. Fitolitos recuperados en FA10. a. Poaceae indeterminada, b-c. Chloridoideae, el círculo rojo marca una célula del tipo silla de montar.

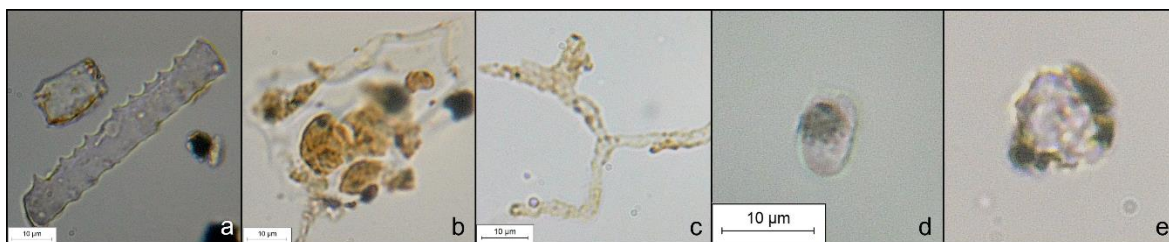


Figura 39. Fitolitos identificados en FA11. a. Poaceae no específica, b. Cucurbitaceae, c. tejido no diagnóstico, d. Cannaceae, e. Arbóreo general. Escala 10μ.



Figura 40. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA11, tejido epidérmico.



Figura 41. Fitolitos recuperados en FA13. a. Asteraceae, b. Marantaceae, c. Cannaceae, d-e. morfotipos de calcifitolitos presentes en la muestra.

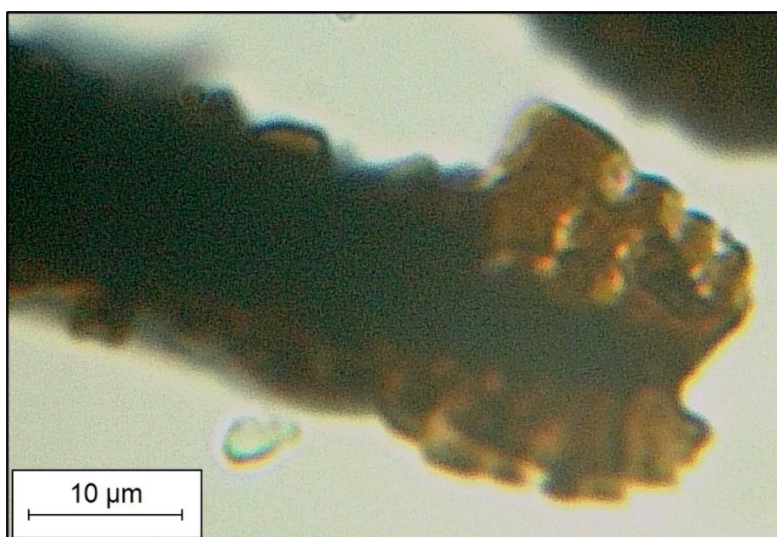


Figura 42. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA13, tabular columnar.



Figura 43. Fitolitos identificados en FA14. a. Bambusoideae, b. Panicoideae, c. Poaceae no específica, d. Arecaceae, e. fitolito no diagnostico, f. Rubiaceae, g. arboreo general, h. Asteraceae. Escala 10µ.

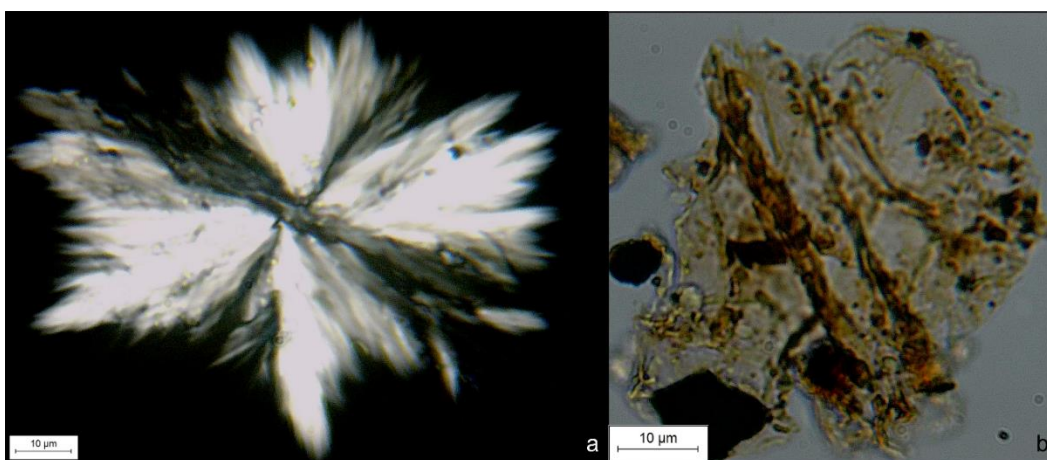


Figura 44. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA14. A. Calcifitolito, b. tejido epidérmico.

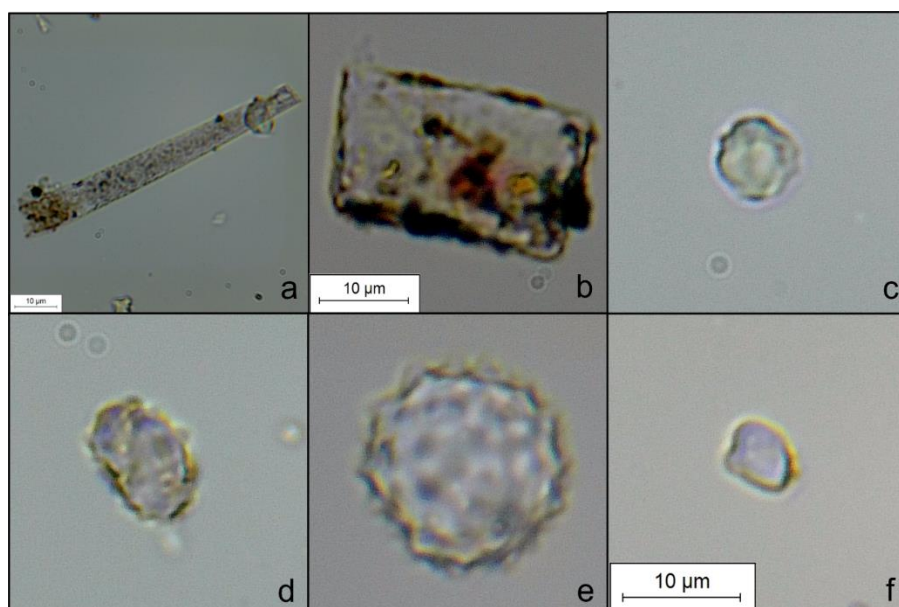


Figura 45. Fitolitos identificados en FA25. a. *Heliotropium* ssp., b-c. arbóreo general, d. *Marantaceae*, e. *Arecaceae*, f. *Cannaceae*.

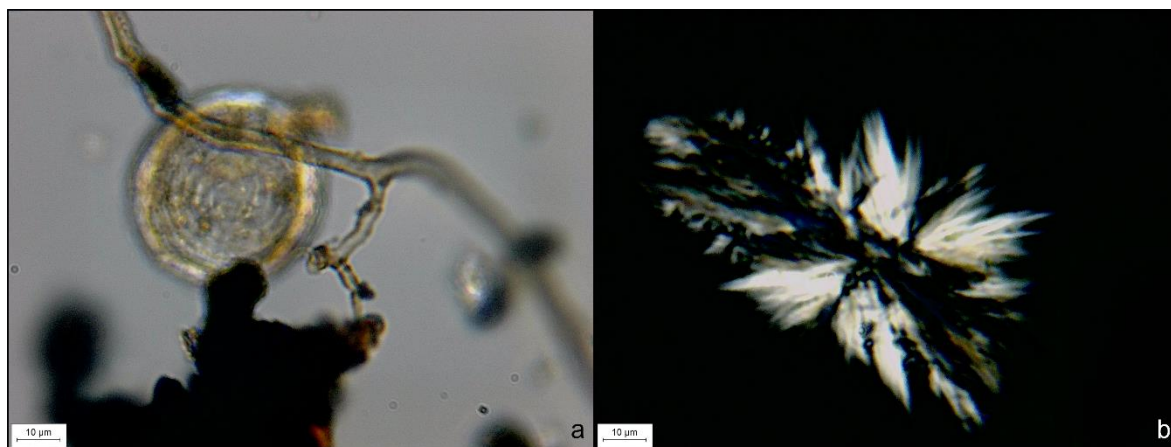


Figura 46. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA25-a. Tejido vascular (concentricamente al fondo), b. calcifitolito.

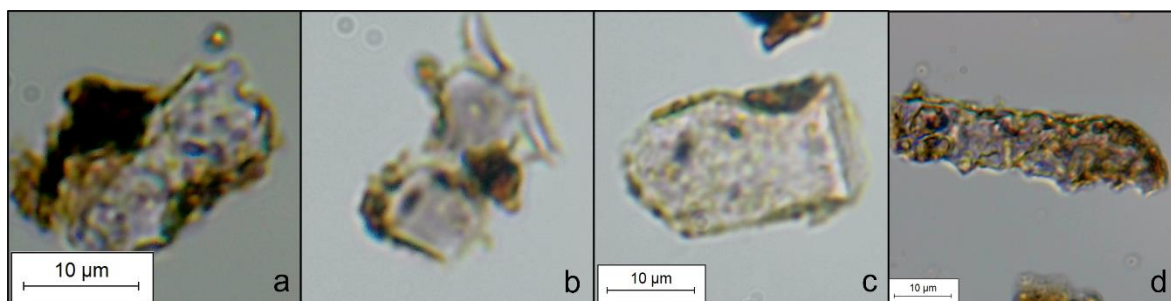


Figura 47. Fitolitos identificados en FA26. a. *Marantaceae*, b. *Cannaceae*, c. arbóreo general, d. *Poaceae* no específica.

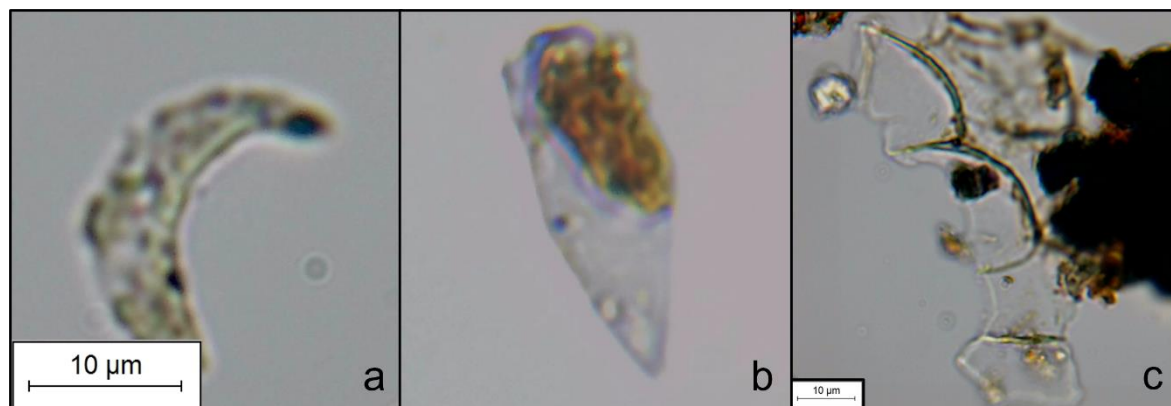


Figura 48. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA26. a. cinta/anillo, b. acuminado, c. tejido epidérmico.

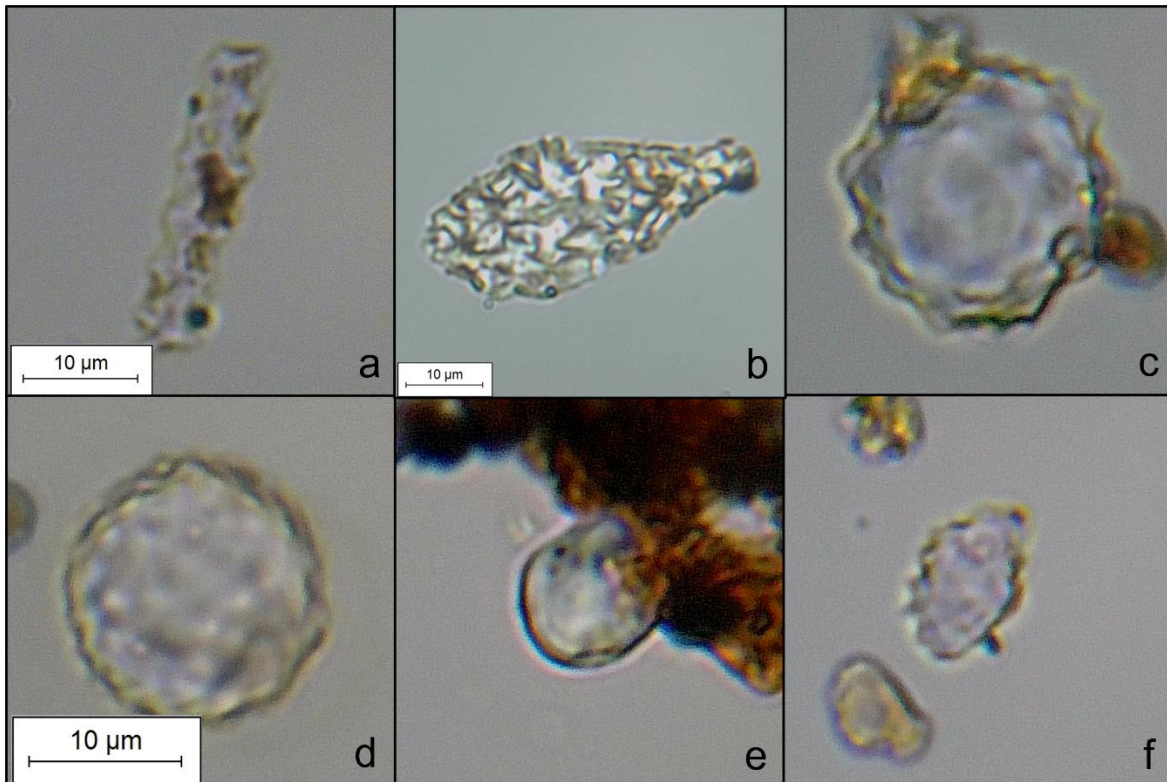


Figura 49. Fitolitos identificados en FA27. a. Poaceae no específica, b. Loranthaceae, c. Arecaceae, d. Marantaceae, e. Cannaceae, f. arbóreo general.

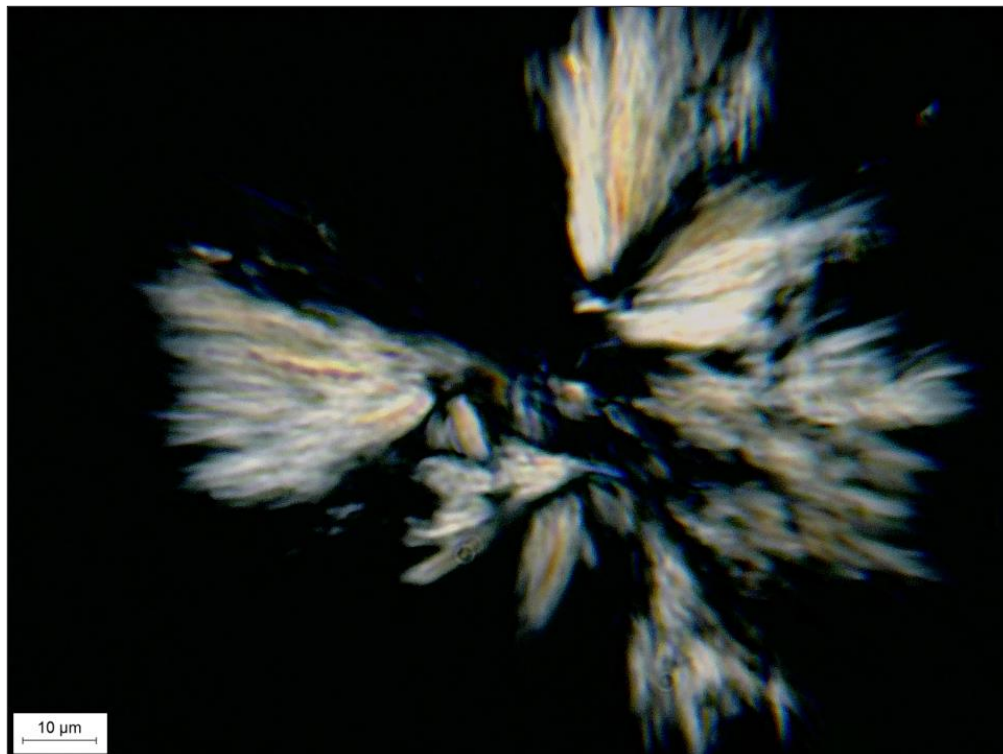


Figura 50. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA27, calcifitolito.

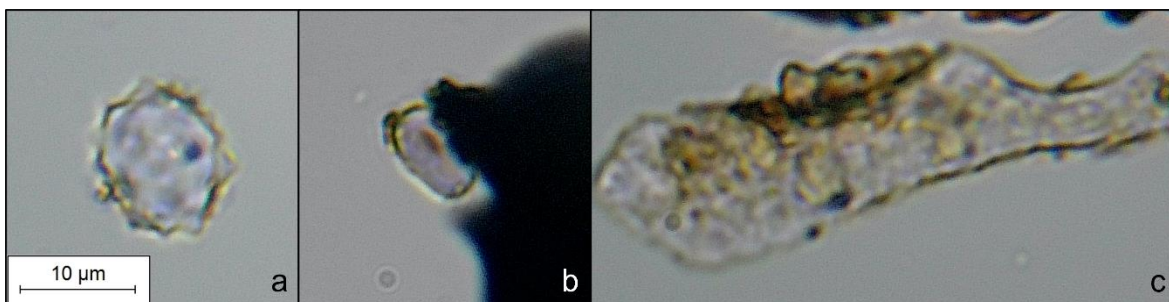


Figura 51. Fitolitos identificados en FA37. a. *Arecaceae*, b. *Cannaceae*, c. arbóreo general.

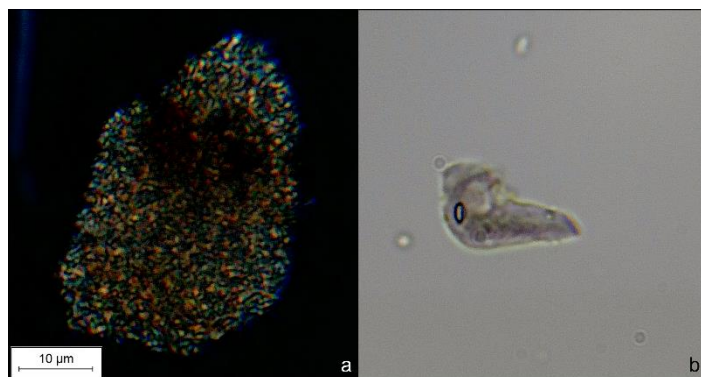


Figura 52. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA37. a. calcifitolito, b. acuminado.

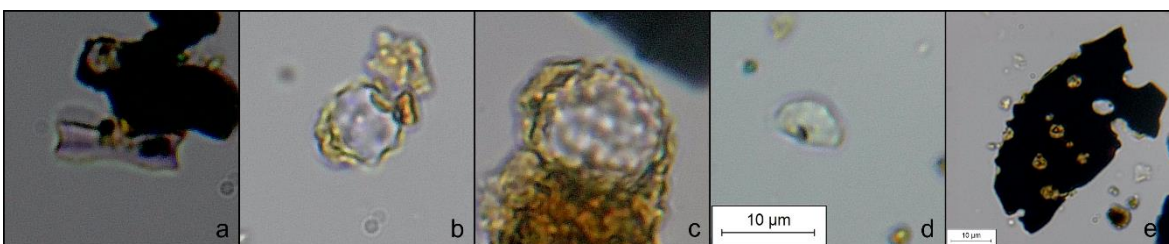


Figura 53. Fitolitos identificados en FA38. a. *Panicoideae*, b. *Arecaceae*, c. *Marantaceae*, d. *Cannaceae*, e. *Asteraceae*.

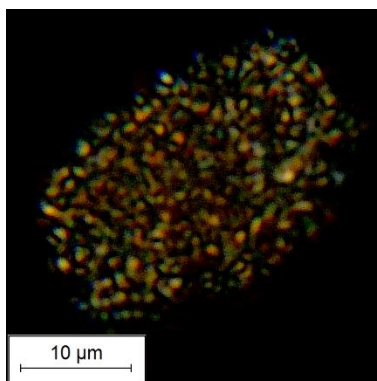


Figura 54. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA38, calcifitolito.

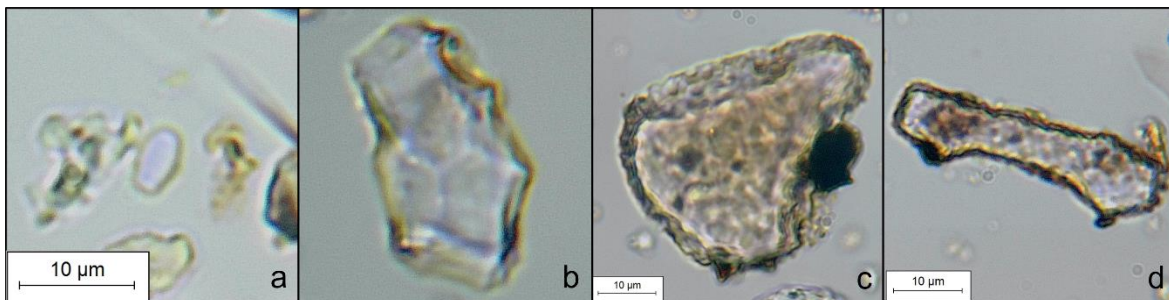


Figura 55. Fitolitos identificados en FA44. a. *Cannaceae*, b. *Cucurbitaceae*, c. *Poaceae* no específica, d. arbóreo general. Escala 10µ.

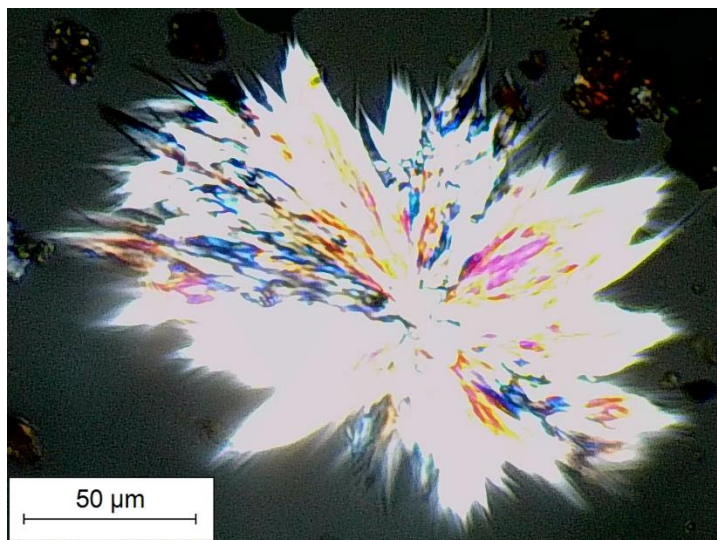


Figura 56. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA44, calcifitolito.

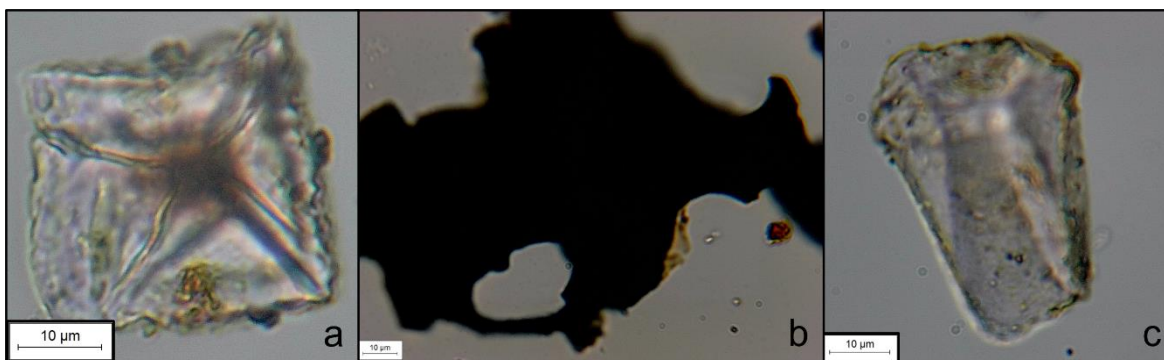


Figura 57. Fitolitos identificados en FA45. a. arbóreo general, b. *Asteraceae*, c. *Poaceae* no específica. Escala 10µ.



Figura 58. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA45, a-b. irregular, con evidencias de tratamiento térmico.

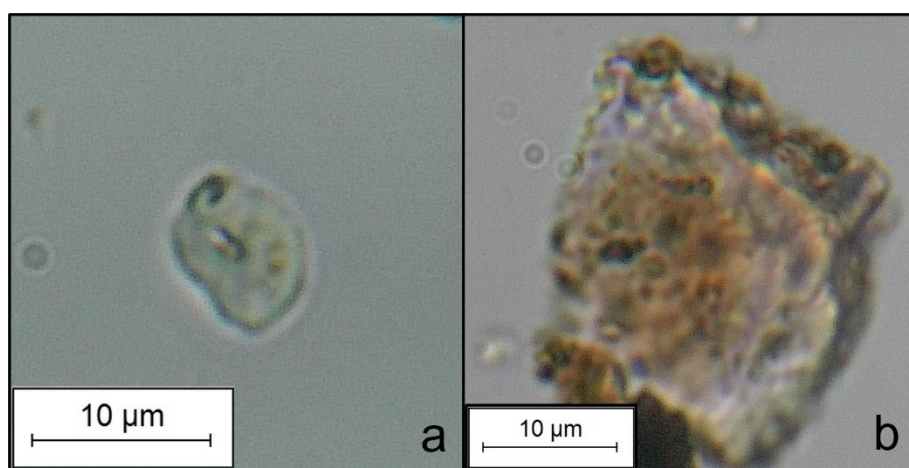


Figura 59. Fitólitos identificados en FA46. A. *Cannaceae*, b. arbóreo general.

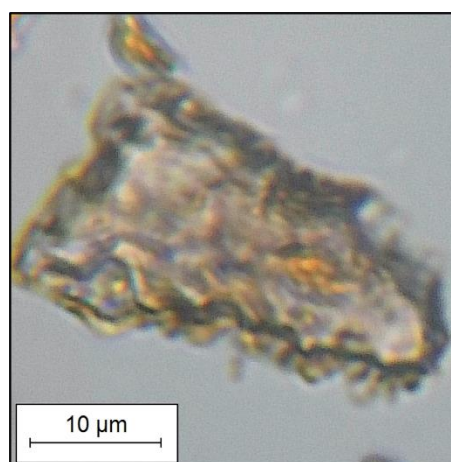


Figura 60. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA46, acuminado.

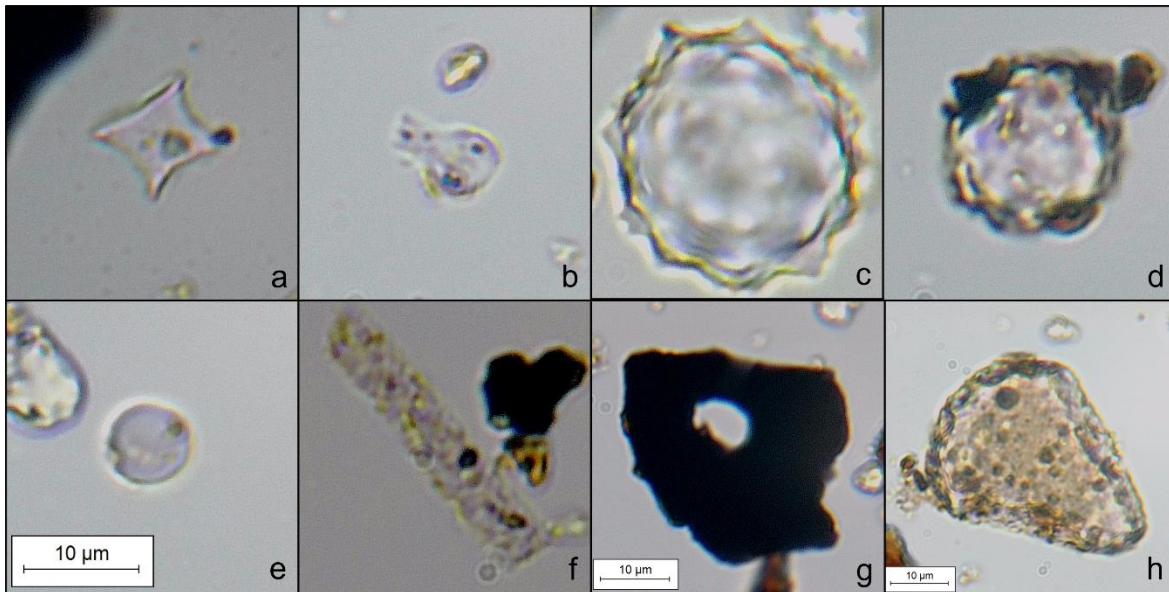


Figura 61. Fitolitos identificados en FA48. a. Bambusoideae, b. Panicoideae, c. Arecaceae, d. Marantaceae, e. Cannaceae, f. *Heliotropium* ssp., g. Asteraceae, h. Poaceae no específica. Escala 10µ.

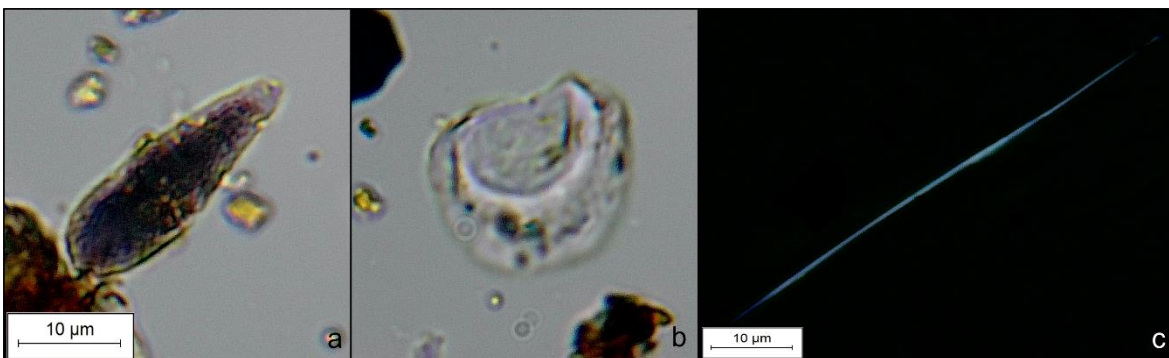


Figura 62. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA48, a. acuminado, b. base de tricoma, c. calcifitolito (rafidio).



Figura 63. Fitolitos identificados en FA49. a. Arecaceae, b. Cannaceae, c. Calcifitolito no diagnóstico.



Figura 64. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA9, a. cinta/añillo, b. acuminado, c. tejido epidérmico.

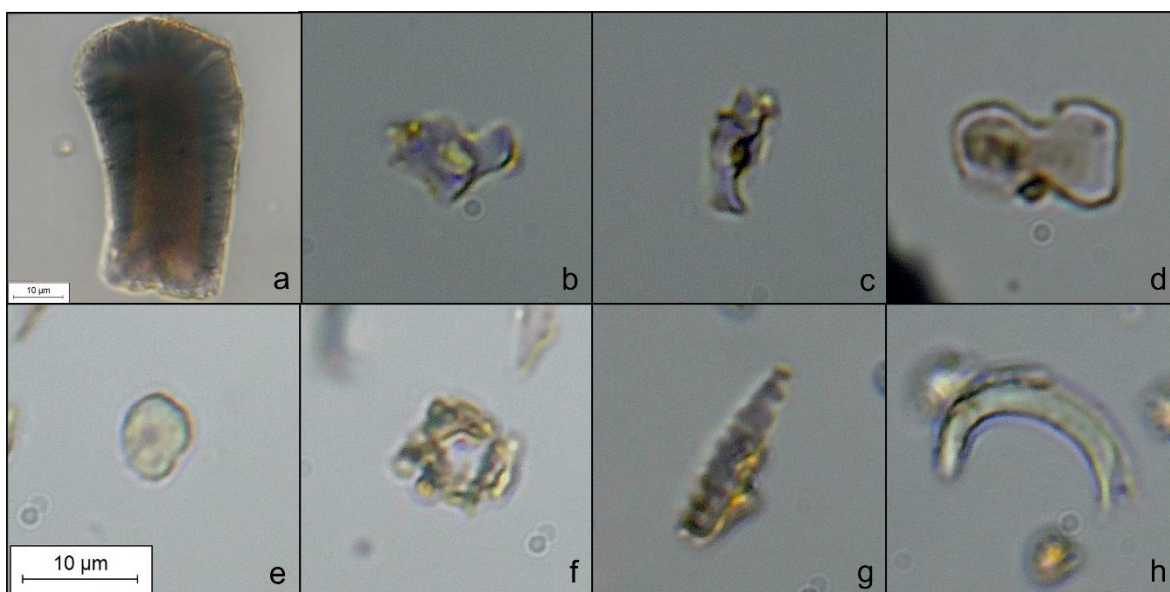


Figura 65. Fitolitos recuperados en FA50. a. Poaceae no específica con evidencias de carbonización, b-c. Panicoideae, d. Chloridoideae, e. Cannaceae, f. arbóreo general, g-h. no diagnósticos.

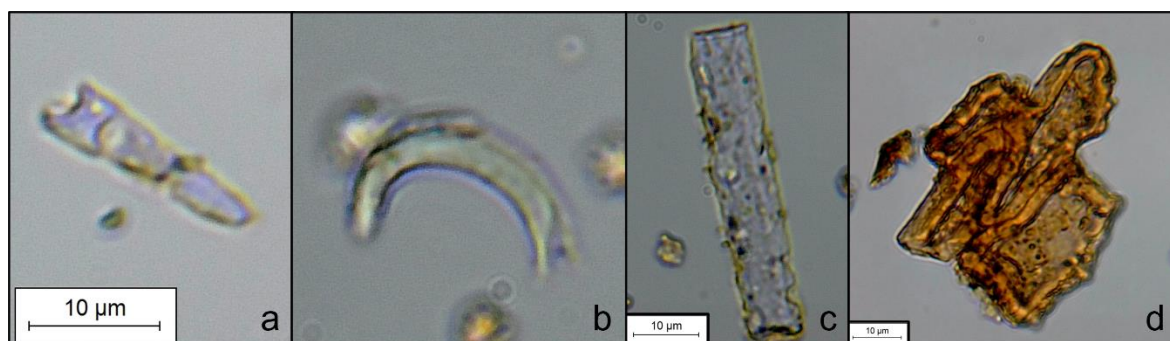


Figura 66. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA50. A. acuminado, b. cinta/anillo, c. elongate, d. tejido epidérmico.

Granos de almidón

En las muestras pertenecientes a este sitio se recuperaron 153 granos de almidón distribuidos de la siguiente manera:

Muestra	<i>Manihot cf. esculenta</i>	<i>Zea mays</i>	<i>Cucurbita</i> ssp.	<i>Phaseolus</i> ssp.	Areaceae	<i>Capsicum</i> ssp.	<i>Maranta</i> ssp.	<i>Bixa orellana</i>	Transitorios	Triticeae	<i>Dioscorea</i> ssp.	No identificados y no diagnósticos	Total
FA1		4	2	2				1	1			3	13
FA2		5			6			3	1			2	17
FA4		3			1	1		2				1	8
FA8		2			1		1						4
FA9	2		1									4	7
FA10		5			1	2	1	1				4	14
FA11												3	3
FA13		3				3			1			2	9
FA14		2			1							2	5
FA25		2		1		2			4			1	10
FA26		20			12				4			11	47
FA27					2							2	4
FA37		3							2			2	7
FA38		2								1			3
FA44											1	1	2
FA45				1								3	4
FA46		5								1			6
FA48		1			1				8			1	11
FA49		1							3				4
FA50	2	2			1								5

Tabla 3. Conteos de almidones sitio J10-1

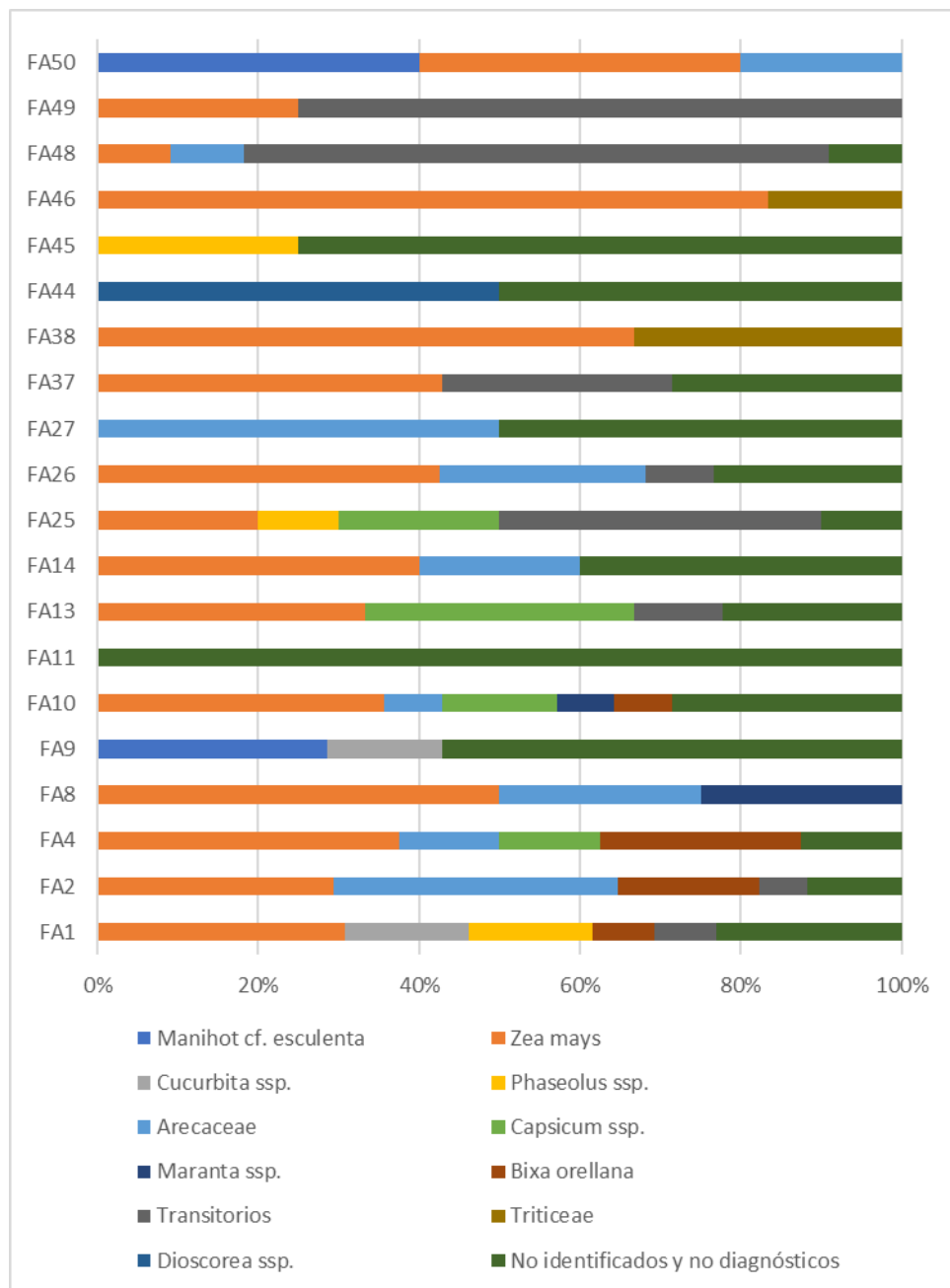


Figura 67. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante almidones en las muestras del sitio J10-1

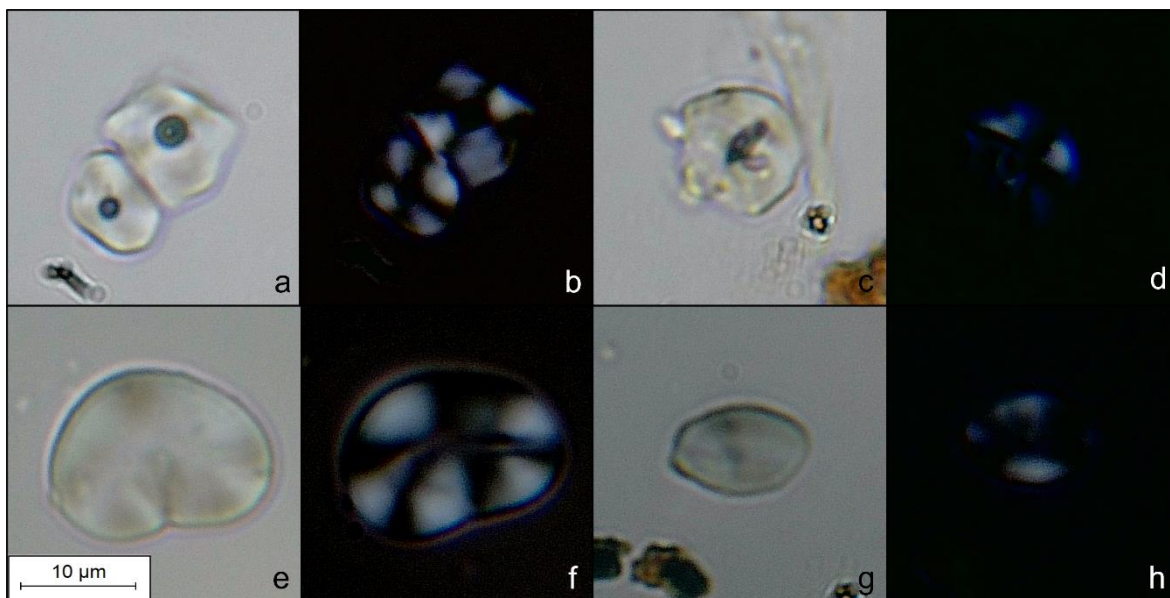


Figura 68. Granos de almidón recuperados en FA1. a-b. *Zea mays*, c-d. *Cucurbita ssp.*, d-e. *Phaseolus ssp.*, f-g. *Bixa orellana*. Vistas con luz transmitida y polarizada

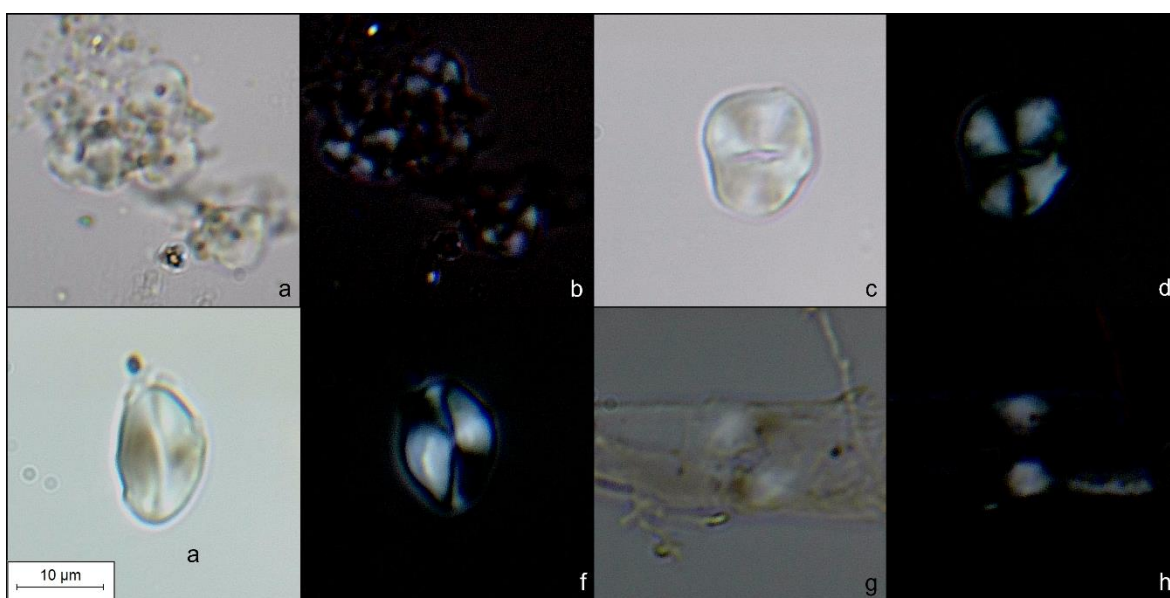


Figura 69. Granos de almidón identificados en FA2. a-b. *Areaceae*, c-d. *Zea mays*, d-e. *Bixa orellana*, g-h. Grano transitorio en tejido. Vistas con luz transmitida y polarizada.

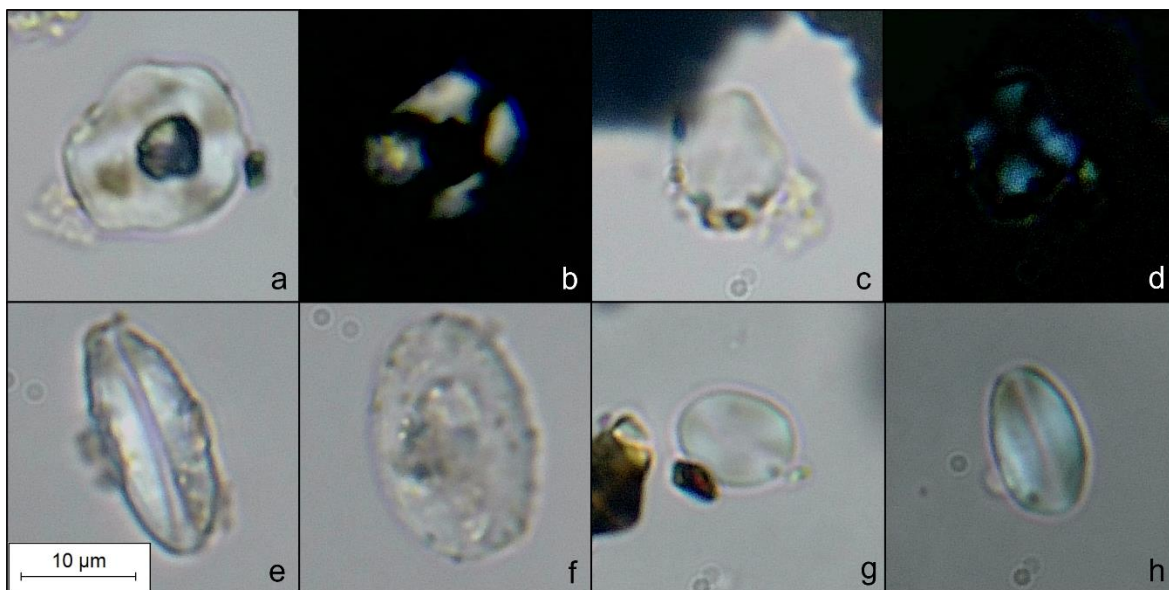


Figura 70. Granos de almidón identificados en FA4. a-b. *Zea mays*, c-d. Arecaceae. Vistos con luz transmitida y polarizada., d-e. *Capsicum* ssp., g-h. *Bixa orellana*, vista frontal y lateral.

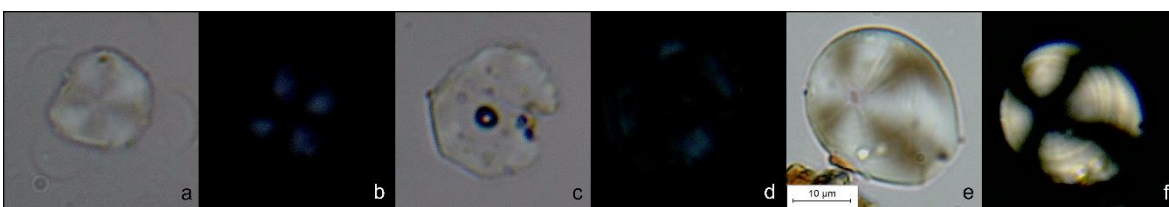


Figura 71. Granos de almidón identificados en FA8. a-b. Arecaceae, c-d. *Zea mays*, d-e. *Maranta* ssp. Vistas con luz transmitida y polarizada.

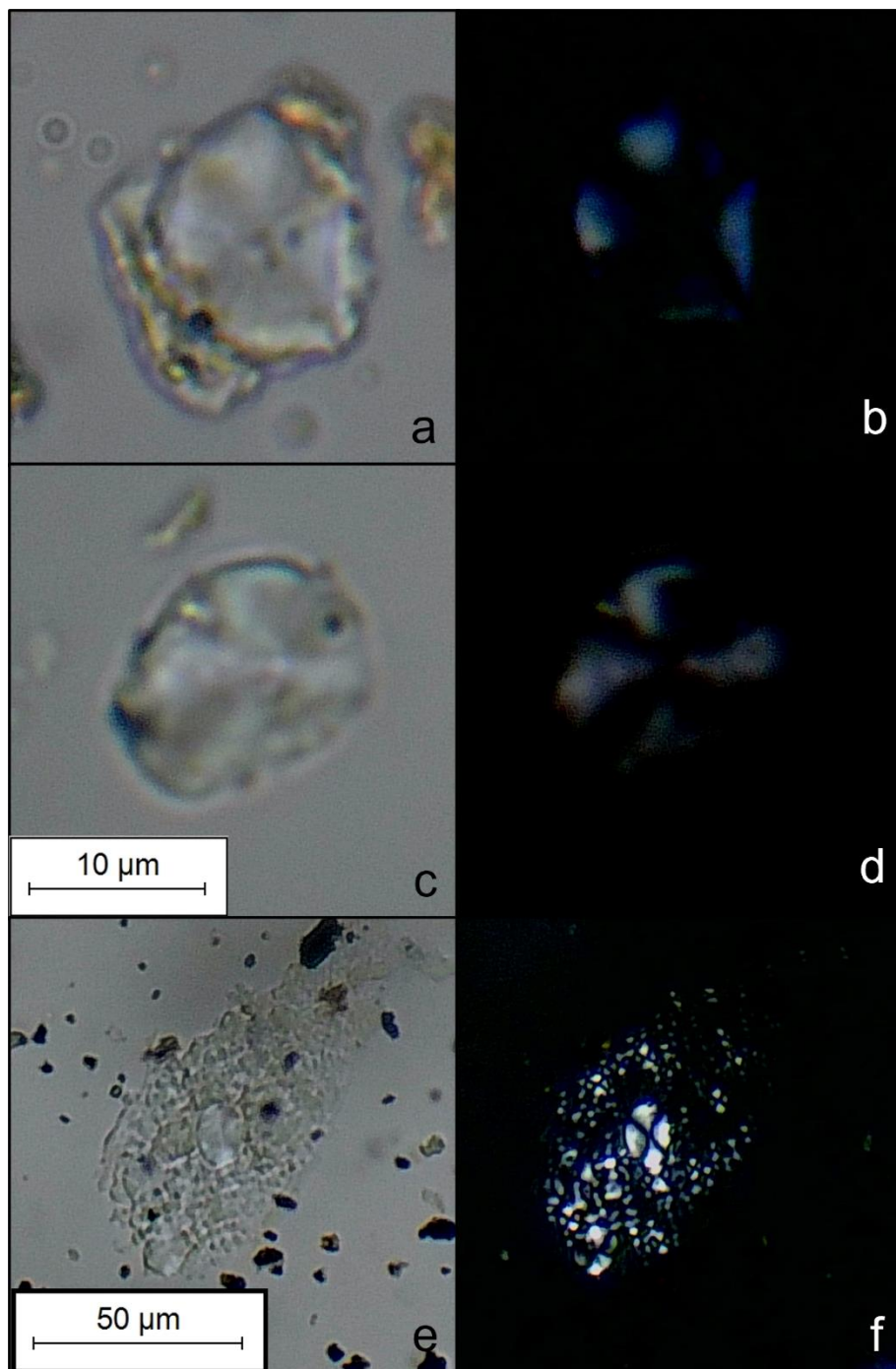


Figura 72. Granos de almidón identificados en FA9. a-b. *Cucurbita ssp.*, c-d. *Manihot cf. esculenta*, e-f. Conjunto de granos elipsoides y esféricos gelatinizados, las características diagnósticas son indistinguibles. Vistas con luz transmitida y polarizada.

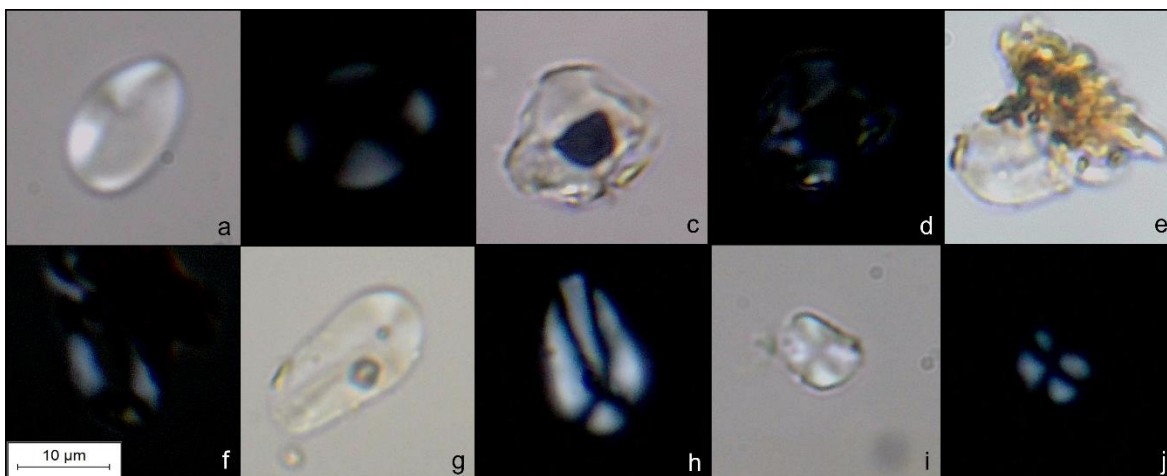


Figura 73. Granos de almidón identificados en FA10. a-b. *Capsicum ssp.*, c-d. *Zea mays*, e-f. *Bixa orellana*, g-h. *Maranta ssp.*, i-j. *Areaceae*. Vistas con luz transmitida y polarizada.

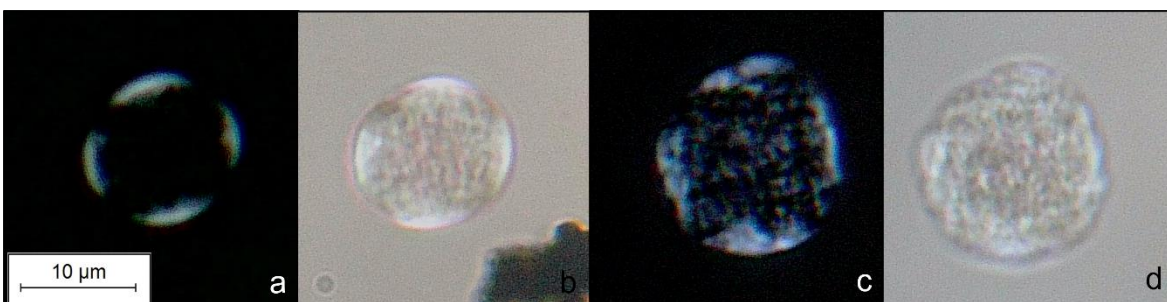


Figura 74. Granos de almidón identificados en FA11. La superficie de ambos granos presenta pequeños poros indicadores de acción enzimática, lo que oculta las características diagnósticas de los mismos. Vistos con luz polarizada y transmitida.

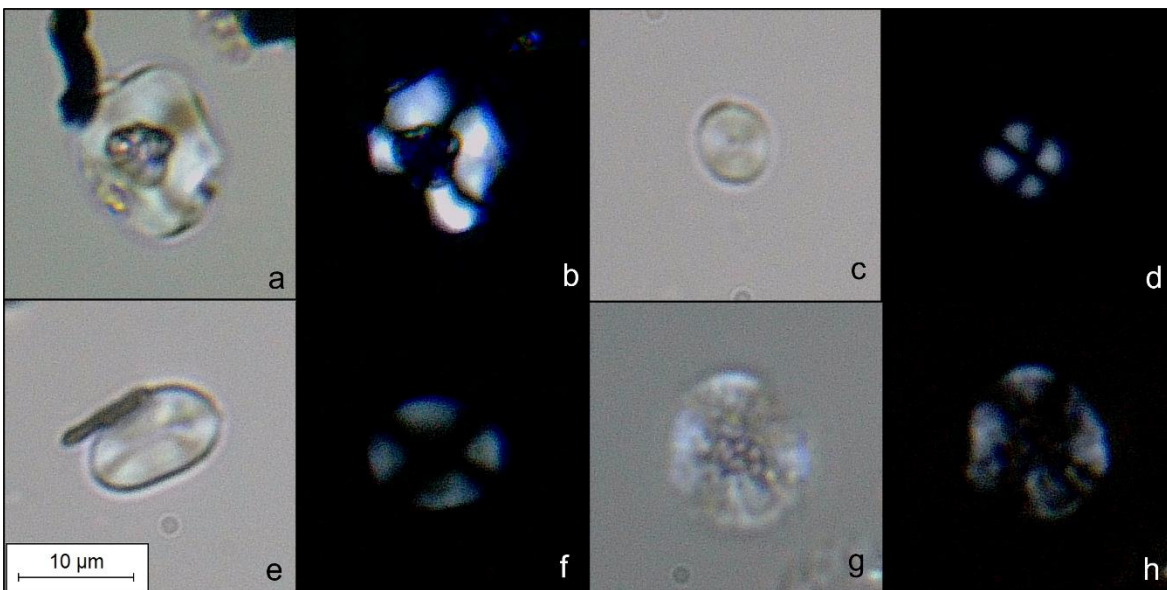


Figura 75. Granos de almidón identificados en FA13. a-b. *Zea mays*, c-d. almidón transitorio, e-f. *Capsicum ssp.*, g-h. Grano con alteración por acción enzimática. Vistos con luz transmitida y polarizada.

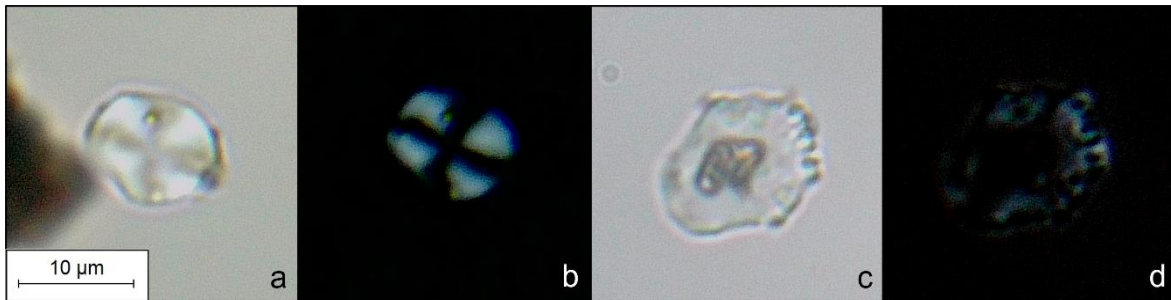


Figura 76. Granos de almidón identificados en FA14. a-b. Arecaceae, c-d. *Zea mays*. Vistos con luz transmitida y polarizada

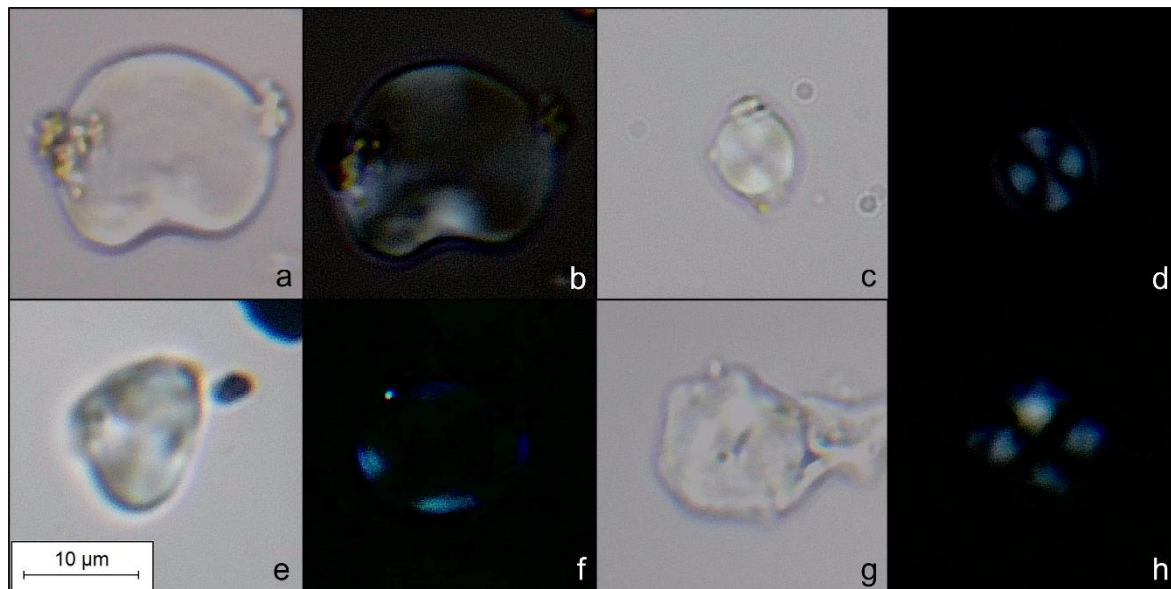


Figura 77. Granos de almidón identificados en FA25. a-b. *Phaseolus vulgaris*, c-d. Transitorio, e-f. *Capsicum ssp.*, g-h. *Zea mays*. Vistos con luz transmitida y polarizada

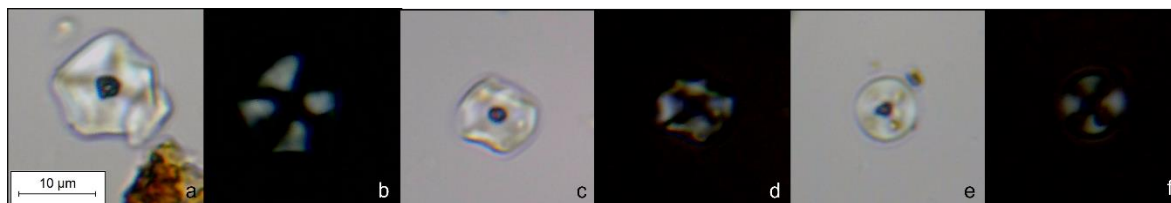


Figura 78. Granos de almidón identificados en FA26. a-b. *Zea mays*, b-d. Arecaceae, e-f. Transitorio. Vistos con luz transmitida y polarizada

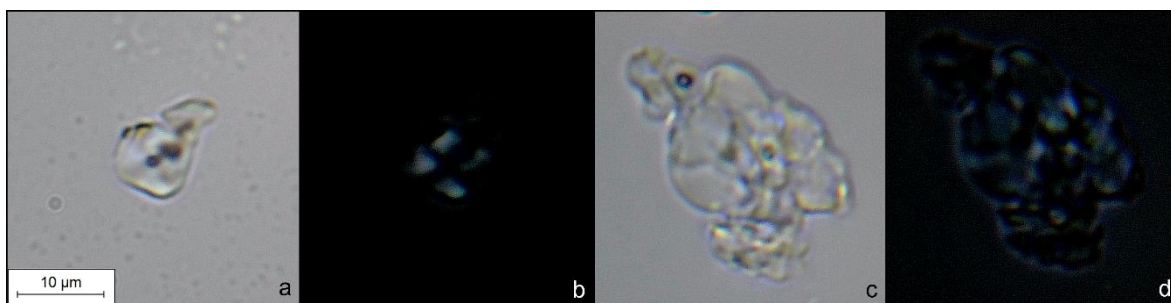


Figura 79. Granos de almidón recuperados en FA27. a-b. Arecaceae, c-d. conjunto de granos elipsoides, no identificados. Vistos con luz transmitida y polarizada

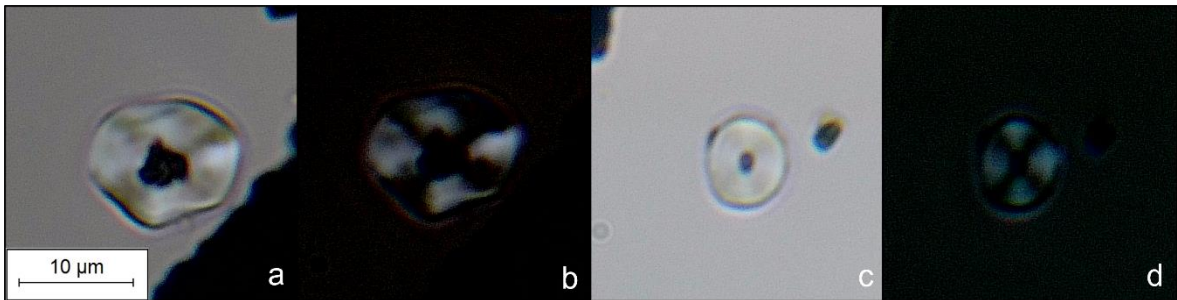


Figura 80. Granos de almidón identificados en FA37. a-b. *Zea mays*, c-d. grano transitorio. Vistos con luz transmitida y polarizada

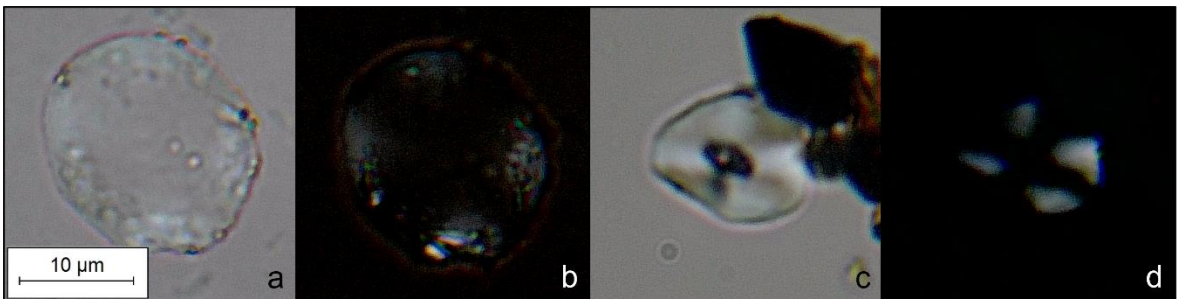


Figura 81. Granos de almidón identificados en FA38. a-b. *Triticeae*, c-d. *Zea mays*. Vistos con luz transmitida y polarizada

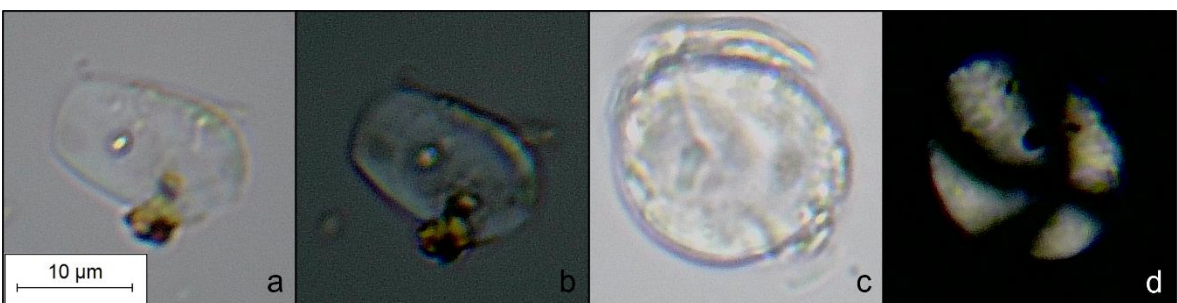


Figura 82. Granos de almidón identificados en FA44. a-b. *Dioscorea ssp.*, c-d. tubérculo indeterminado. Vistos con luz transmitida y polarizada.

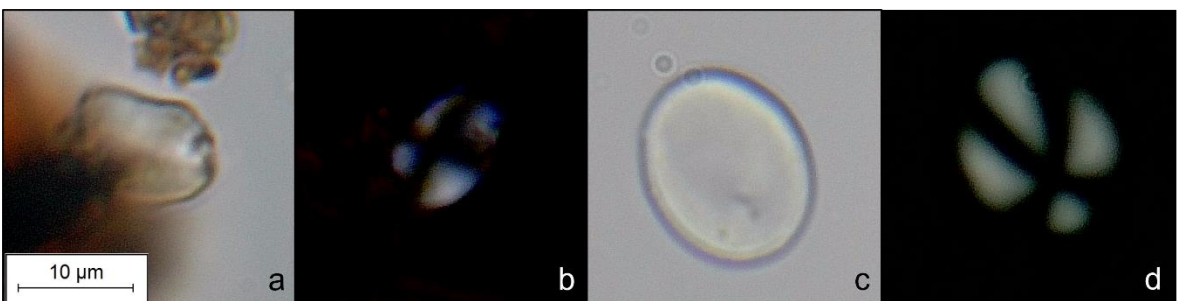


Figura 83. Granos de almidón identificados en FA45. a-b. *Phaseolus ssp.*, c-d. tubérculo indeterminado. Vistos con luz transmitida y polarizada.

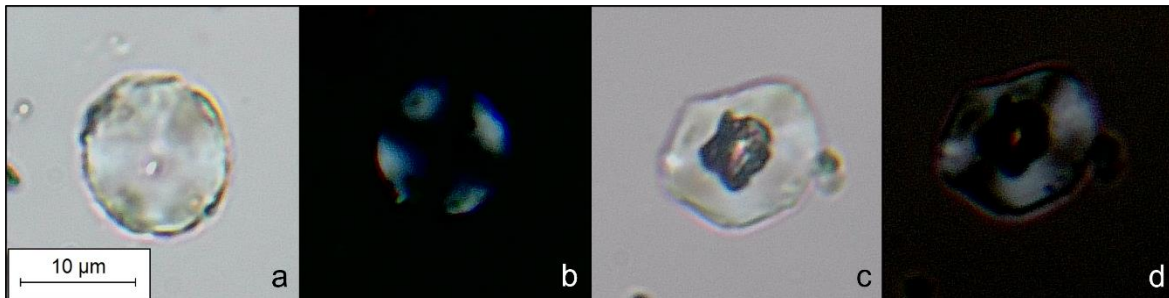


Figura 84. Granos de almidón identificados en FA46. a-b. *Triticeae*, c-d. *Zea mays*. Vistos con luz transmitida y polarizada

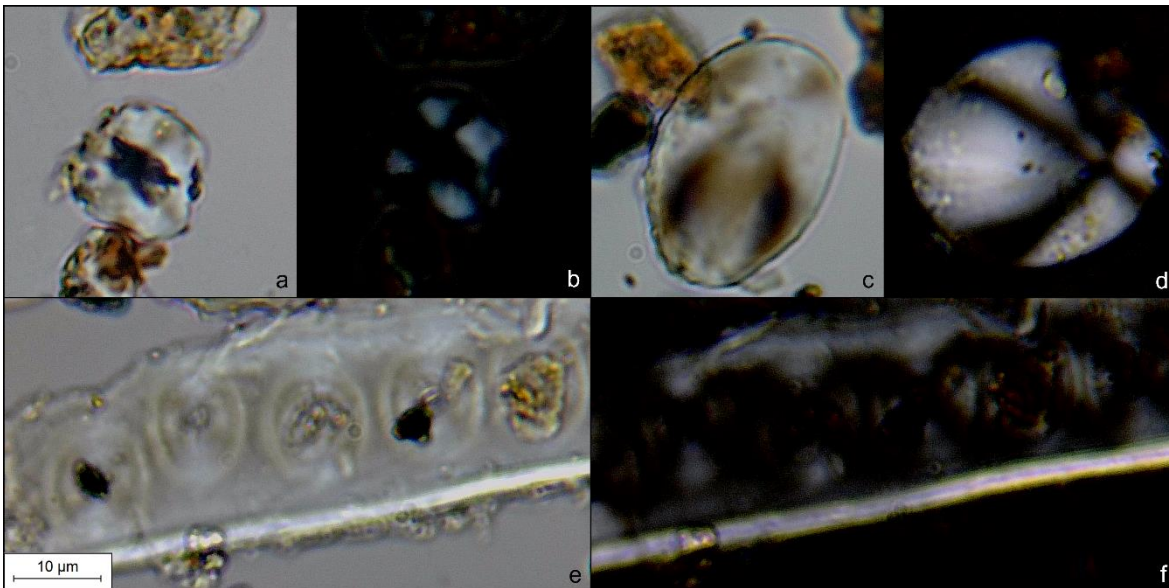


Figura 85. Granos de almidón identificados en FA48. a-b. *Zea mays*, c-d. tubérculo indeterminado, e-e. granos transitorios.

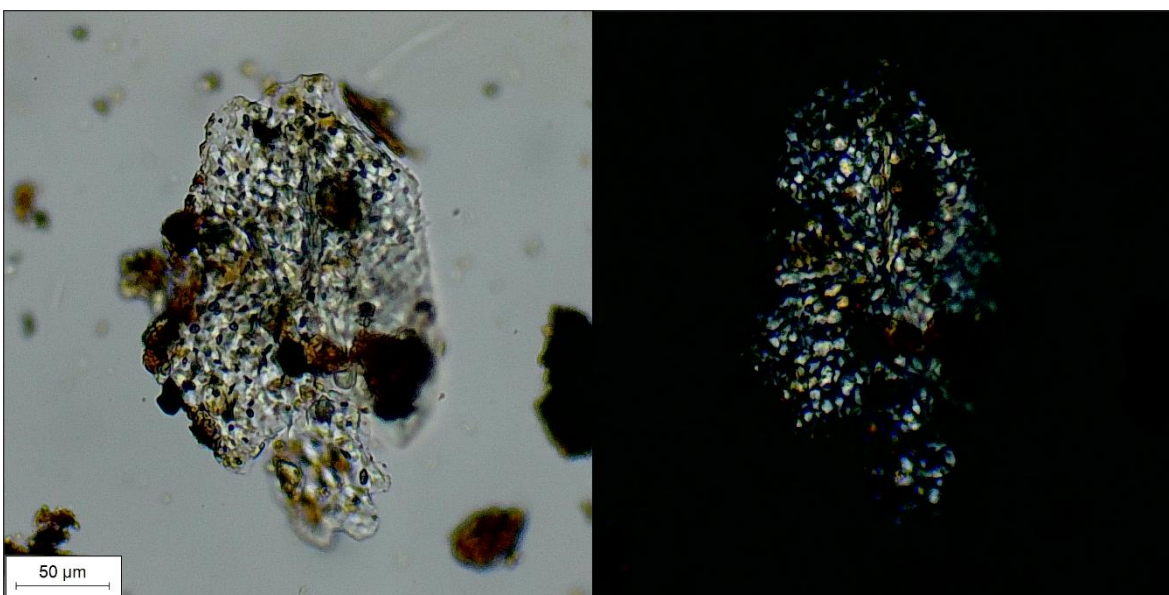


Figura 86. Granos de almidón identificados en FA49: Conjunto de granos poliédricos adjudicados a *Zea mays*.

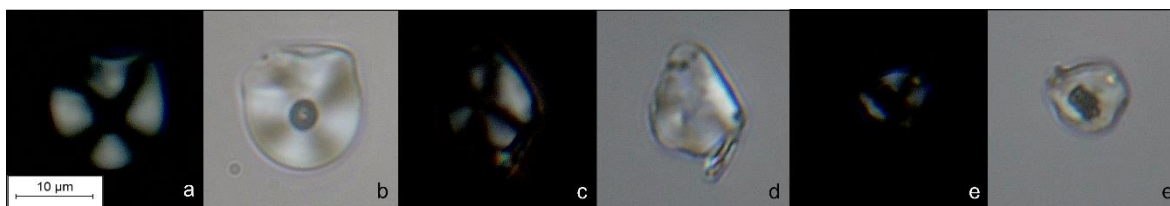


Figura 87. Granos de almidón identificados en FA50. a-b. *Manihot ssp.*, c-d. *Zea mays*, e-f. *Arecaceae**. Vistas con luz transmitida y polarizada.

Otros microrrestos

Los microrrestos diferentes de fitolitos y almodones recuperados en el sitio J10-1 incluyen:

Muestra	Diatomeas	Polen	Esporas	Espícula de espongiarios	Zooclastos	Concentriquistes	Quietes de crisófitas
FA1		1				1	1
FA2		1	3			1	
FA4		2	3	2		6	
FA8		1				2	3
FA9	1	6	1		1	3	4
FA10							
FA11		1	2		1	3	
FA13							2
FA14		1	2		1	1	
FA25		2	2			3	3
FA26		1				1	1
FA27		3	1				
FA37		7	1			1	2
FA38		1	3				
FA44	1	2			18	1	
FA45		1		1			
FA46		2	1				
FA48		6	4		1	1	
FA49	1						
FA50		1					

Figura 88. Conteos de otros microrrestos en el sitio J10-1.



Figura 89. Diatomeas recuperadas en el sitio J10-1. a. FA9, b. FA44, c. FA49.

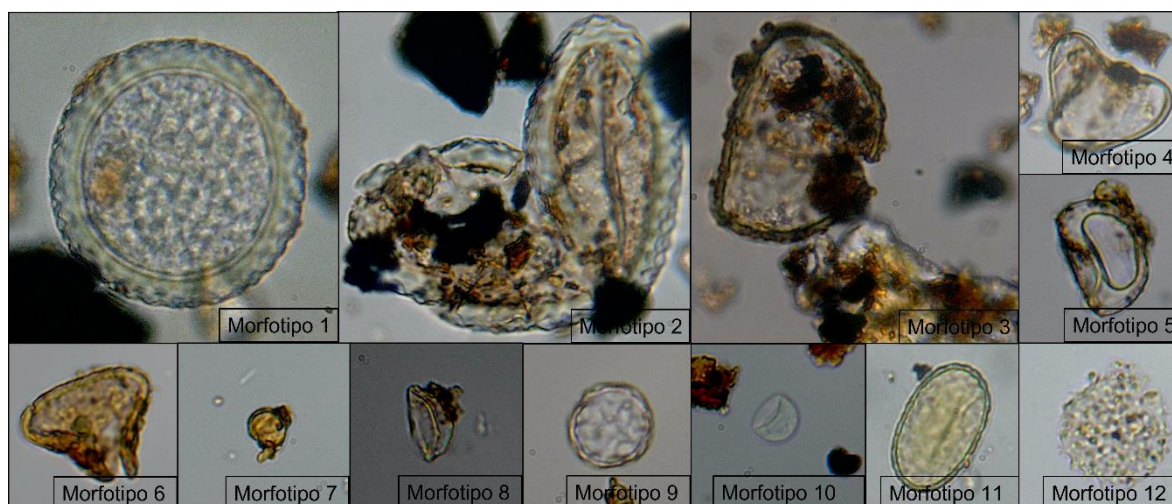


Figura 90. Diferentes morfotipos de polen presentes en el sitio J10-1.

Morfotipo	Taxón	Presente en
Morfotipo 1	<i>Chenopodium ssp.</i>	FA11
Morfotipo 2	<i>Socratea cf. exorrhiza</i>	FA37, FA38
Morfotipo 3		FA4, FA37, FA45,
Morfotipo 4		FA46
Morfotipo 5		FA4, FA37
Morfotipo 6	<i>Bactris ssp.</i>	FA26, FA27, FA45
Morfotipo 7		FA27, FA37, FA46
Morfotipo 8		FA44
Morfotipo 9		FA8
Morfotipo 10	<i>Anthurium ssp.</i>	FA9, FA25, FA46, FA48, FA50
Morfotipo 11		FA9, FA14, FA27
Morfotipo 12		FA44

Tabla 4. Distribución de los diferentes morfotipos de polen recuperados en J10-1.

Entre los 39 granos de Polen recuperados en las muestras de este sitio fue posible identificar 4 taxones, dos de ellos palmas (*Socratea cf. exorrhiza* y *Bactris* ssp.), un solo grano del género al que pertenece la quinua (*Chenopodium* ssp.) y finalmente polen perteneciente a anturios (*Anthurium* ssp.), que curiosamente aparece en el mayor número de muestras. Estas identificaciones se basan en los morfotipos publicados por Moreno y Murray (2007) para los yacimientos LP-134, NA-20 y PN-106, Gran Coclé, Panamá y el Atlas palinológico e la amazonia colombiana (Jiménez y Rangel 1997). Existen registros etnobotánicos del uso de *Anthurium subsignatum* como antídoto para mordeduras de culebra (Torres *et al.* 2019).

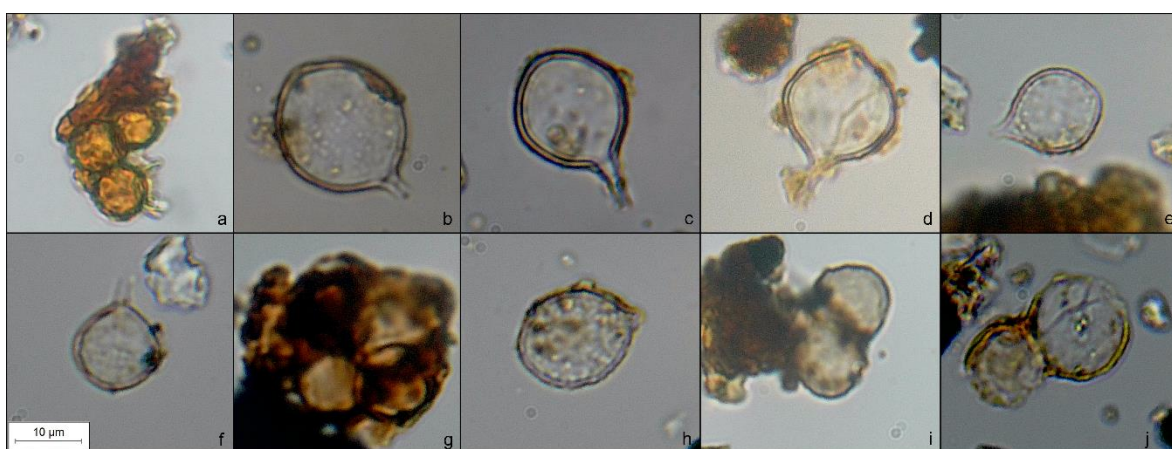


Figura 91. Esporas recuperadas en J10-1. a. FA2, b. FA4, c. FA9, d. FA11, e. FA14, f. FA25, g. FA27, h. FA37, i. FA46, j. FA48.



Figura 92. Espículas de espongiarios recuperadas en J10-1. a. FA4, b. FA45.



Figura 93. Zooclastos recuperados en J10-1. a. FA9, b. FA11, c. FA14, d-e. FA44, f. FA48.

En cuanto a los zooclastos recuperados cabe recalcar que todos los recuperados en FA44 corresponden a escamas de las alas de lepidópteros, Escola y colaboradores (Escola *et al.* 2013) proponen que este tipo de microrrestos puede ser indicador del almacenamiento de Chenopodiaceas y Amarantáceas, ya que estos insectos se consideran plagas de estas.

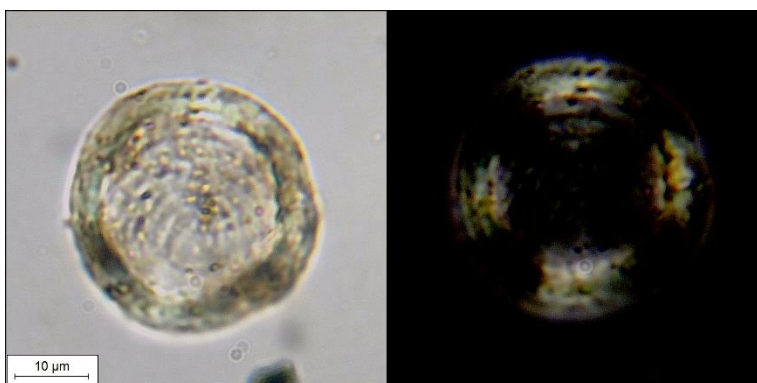


Figura 94. Concentriquiste recuperado en FA4.

En este sitio se observó la presencia de concentriquistes en las muestras FA1, FA2, FA4, FA8, FA8, FA11, FA14, FA25, FA26, FA37, FA44 y FA48.

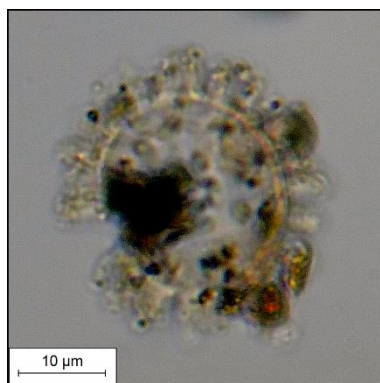


Figura 95. Quiste de crisófito recuperado en FA37.

Quistes de crisófitas en diferentes estados de conservación fueron recuperados en las muestras FA1, FA8, FA9, FA13, FA25 y FA37.

(HA)P1

Fitolitos

En las muestras pertenecientes a este sitio se recuperaron 70 fitolitos distribuidos de la siguiente manera:

Muestra	Poaceae	Zingiberales		arbóreo general	No diagnósticos y no identificados	Total
	No específica	Calathea ssp.	Cannaceae			
FA3	3	27	7	29	6	70

Tabla 5. Conteos de fitolitos Sitio (HA)P1

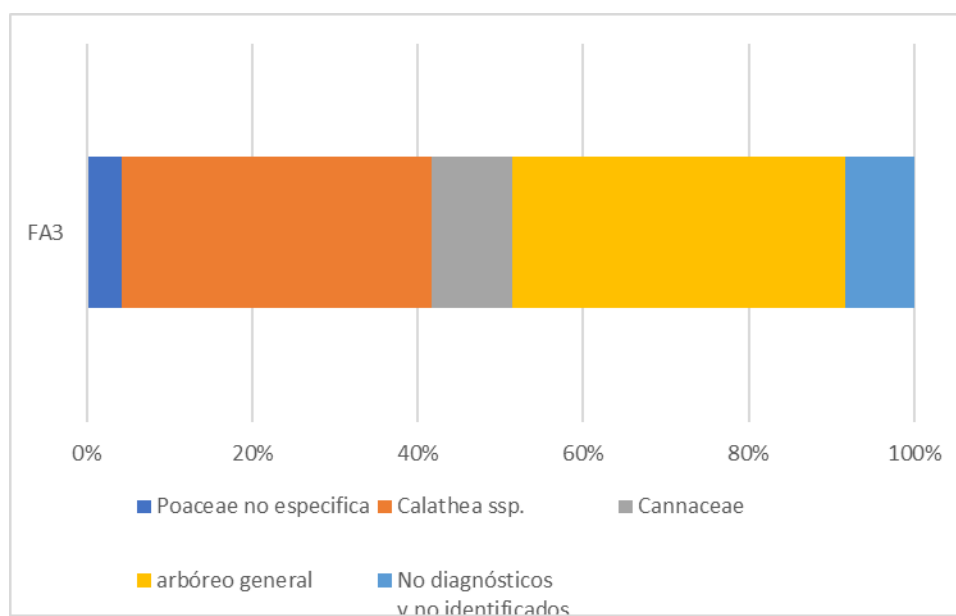


Figura 96. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante fitolitos en las muestras del sitio (HA)P1.

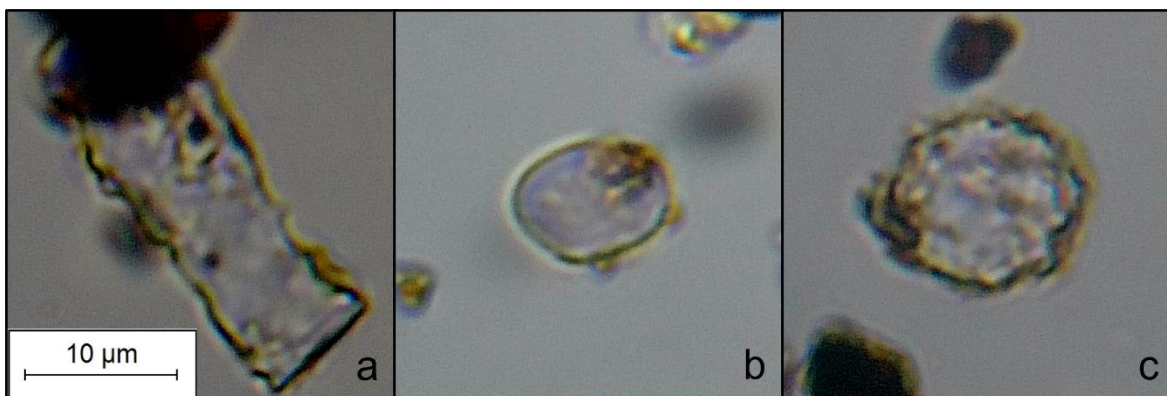


Figura 97. Fitolitos identificados en FA3. a. *Poaceae* no específica, b. *Cannaceae*, c. *Calathea* ssp.

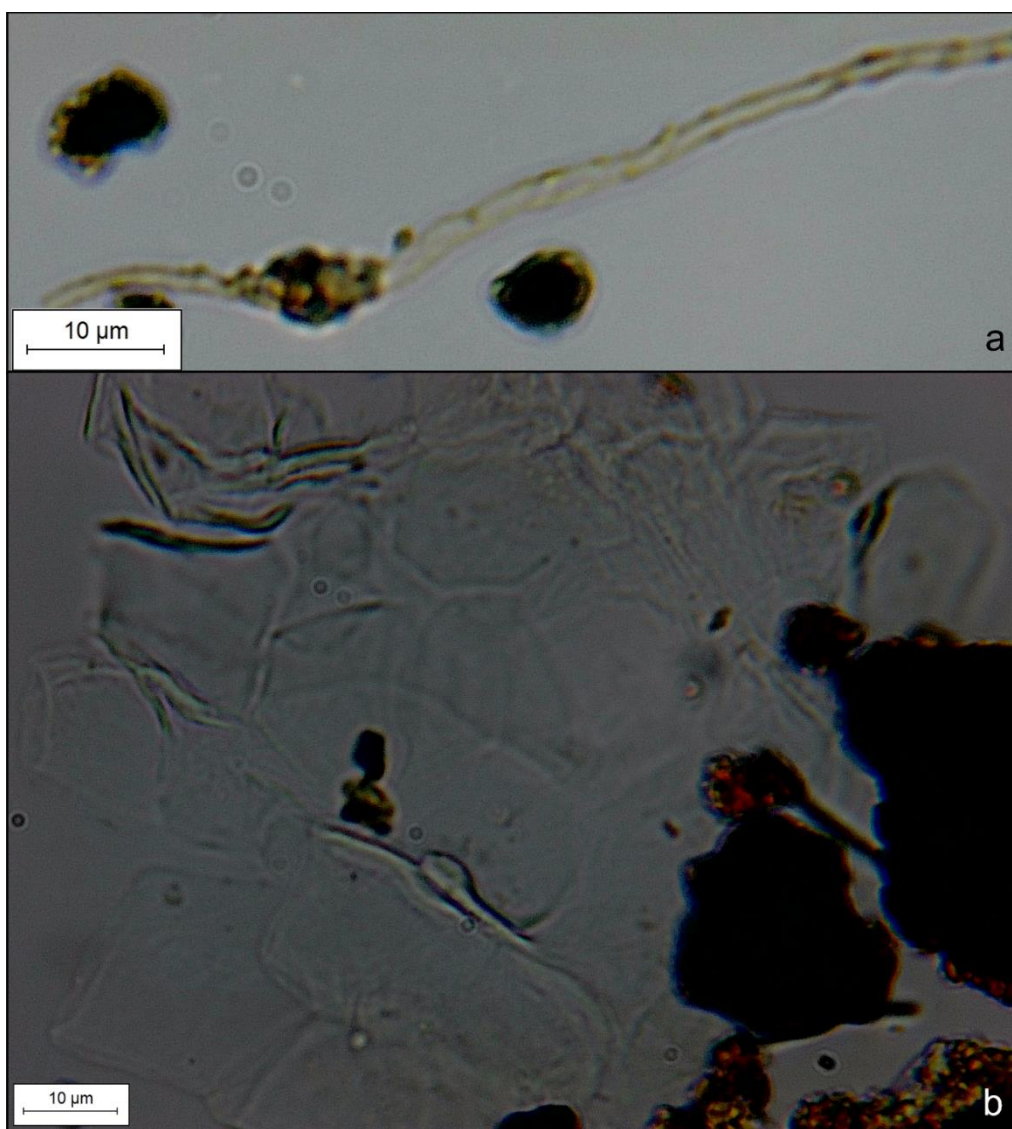


Figura 98. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA3. A. Tejido vascular, b. tejido epidérmico.

Granos de almidón

En las muestras pertenecientes a este sitio se recuperaron 6 granos de almidón distribuidos de la siguiente manera:

Muestra	<i>Manihot cf. esculenta</i>	<i>Zea mays</i>	Arecaceae	<i>Dioscorea cf. trifida</i>	Transitorios	Total
FA3	1	1	2	1	1	6

Tabla 6. Granos de almidón identificados en el sitio (HA)P1

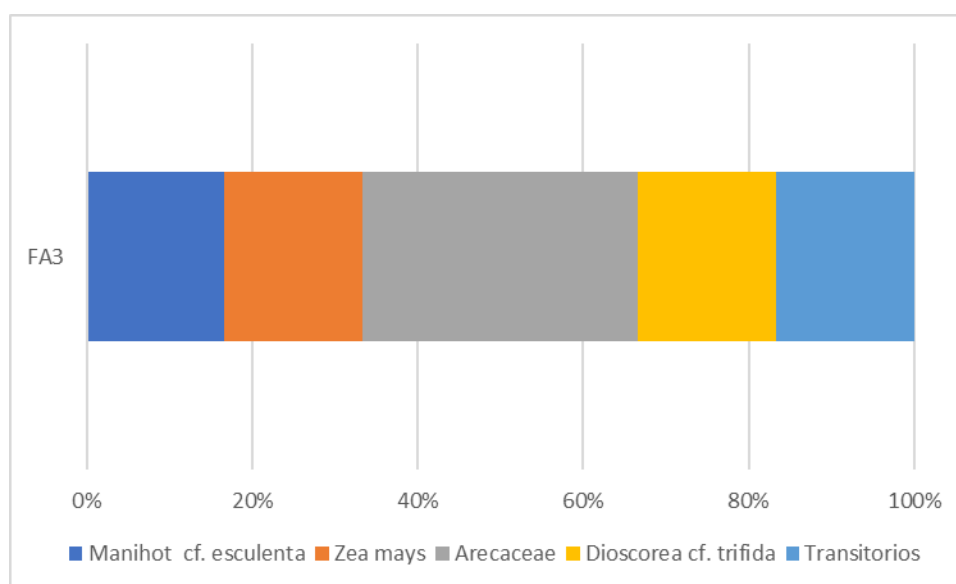


Figura 99. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante almidones en las muestras del sitio (HA)P1

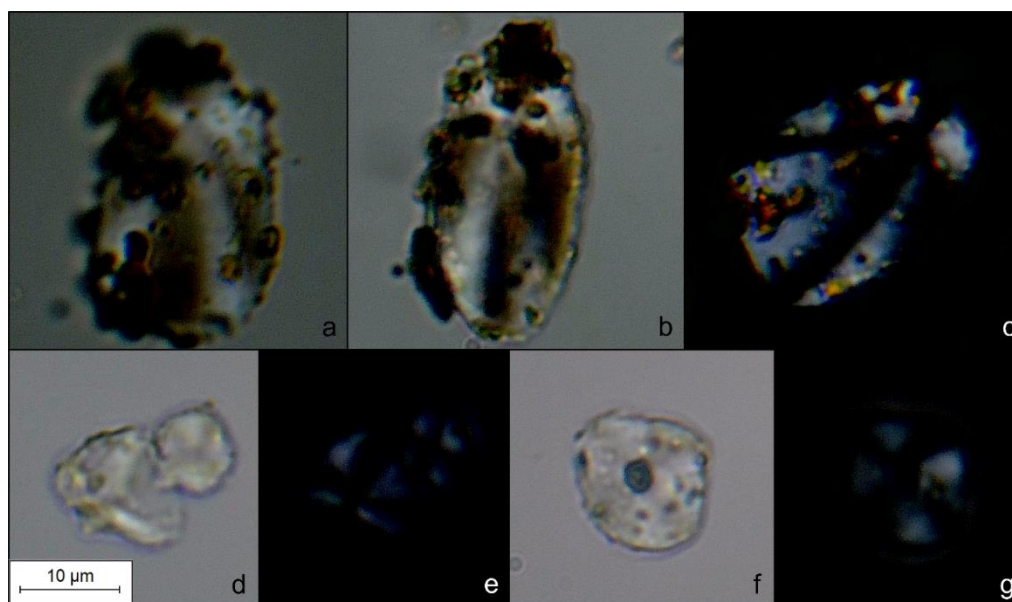


Figura 100. Granos de almidón identificados en FA3- a-c. *Dioscorea cf. trifida*, d-e. *Poaceae* (gramíneas silvestres), f-g. *Zea mays*. Vistas con luz transmitida y polarizada.

Otros microrrestos

Los microrrestos diferentes de fitolitos y almodones recuperados en el sitio (HA)P1 incluyen:

Muestra	Polen	Concentriquistes	Quistes de crisófitas
FA3	5	4	2

Tabla 7. Conteos de otros microrrestos en el sitio (HA)P1.



Figura 101. Morfotipos de polen recuperados en el sitio (HA)P1. El grano c pertenece a la palma Socatea cf. exorrhiza.

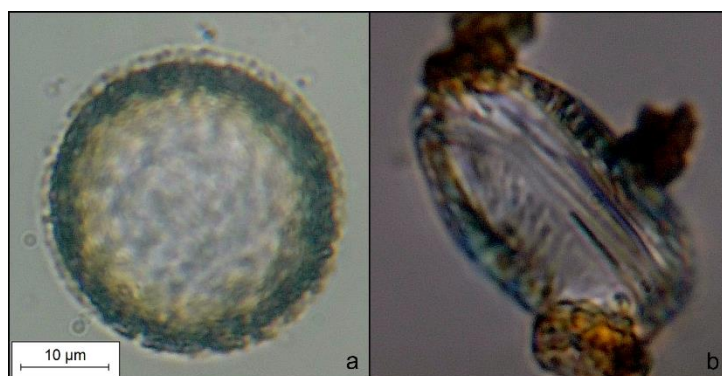


Figura 102. Otros microrrestos sitio (HA)P1. a. Quiste de crisófitas, b. concentriquiste.

I7-2

Fitolitos

En las muestras pertenecientes a este sitio se recuperaron 130 fitolitos distribuidos de la siguiente manera:

Muestra	Poaceae				Arecaceae	Zingiberales			arbóreo general	No diagnósticos y no identificados	Total
	Bambusoideae	Panicoideae	Chloridoideae	No específica		Marantaceae	Cannaceae	Calathea ssp.			
FA51	1			5	3	1	8		18	8	36
FA52	1	2	3	12	13	5	19	1	26	13	95

Tabla 8. Conteos de fitolitos sitio I7-2

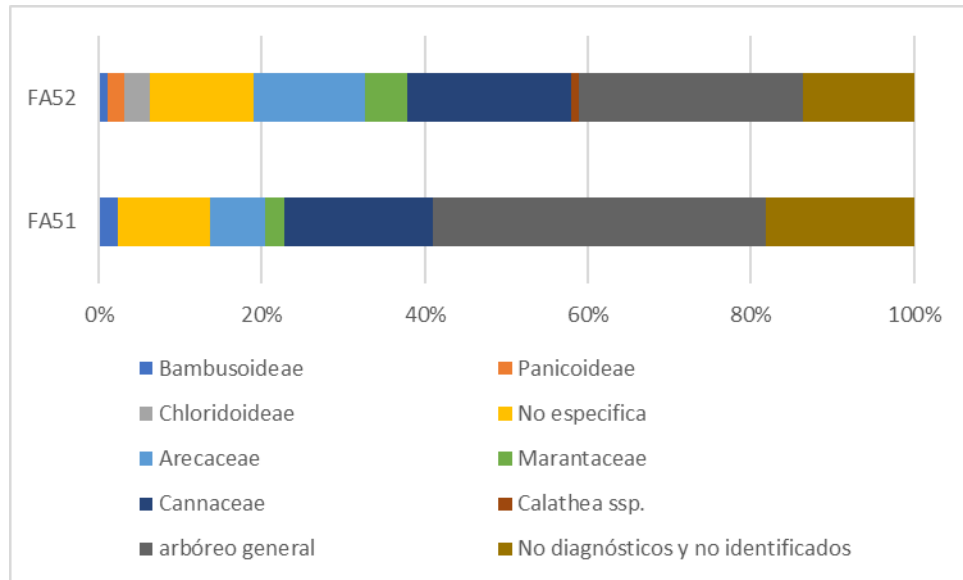


Figura 103. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante fitolitos en las muestras del sitio I7-2

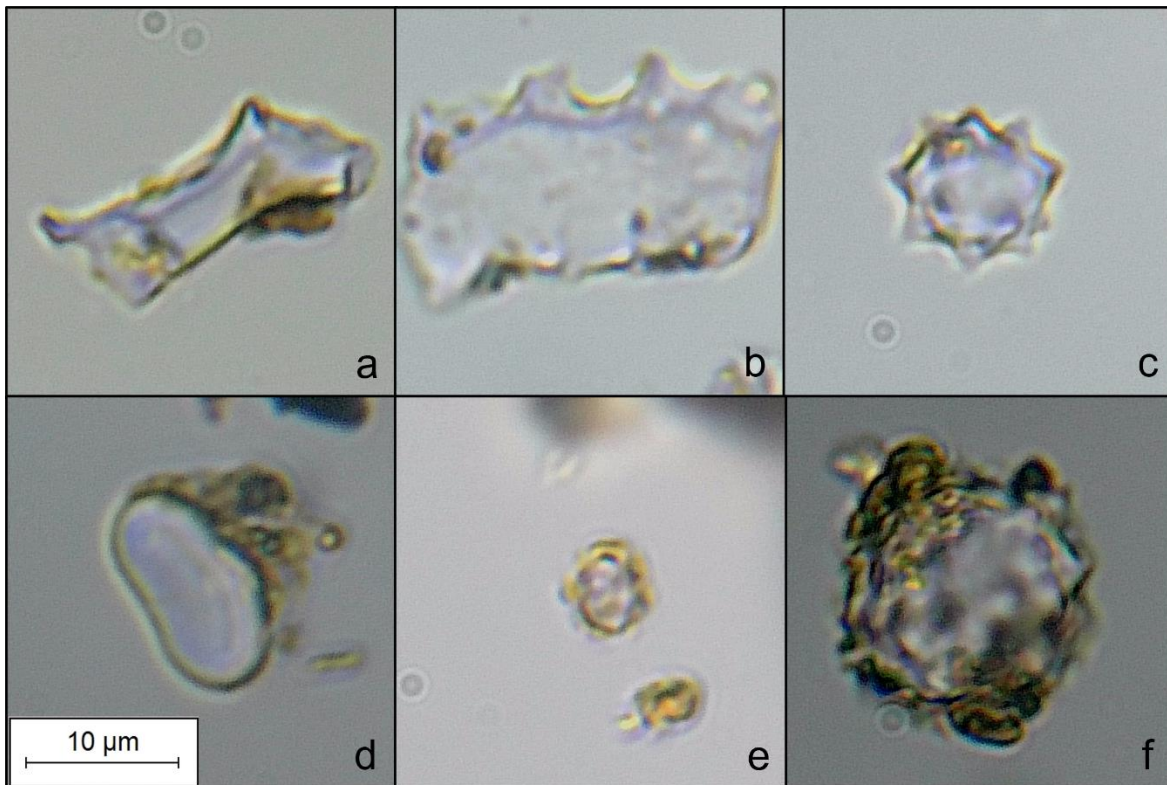


Figura 104. Fitólitos identificados en FA51. a. Bambusoideae, b. Poaceae no especifica, c. Arecaceae, d. Cannaceae, e. arbóreo general, f. Marantaceae.

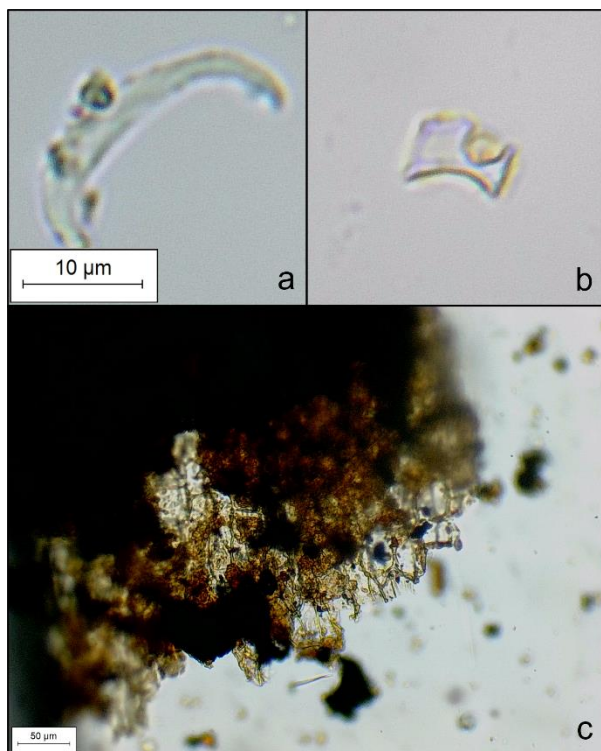


Figura 105. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA51. A. cinta/anillo, b. irregular, c. tejido epidérmico.

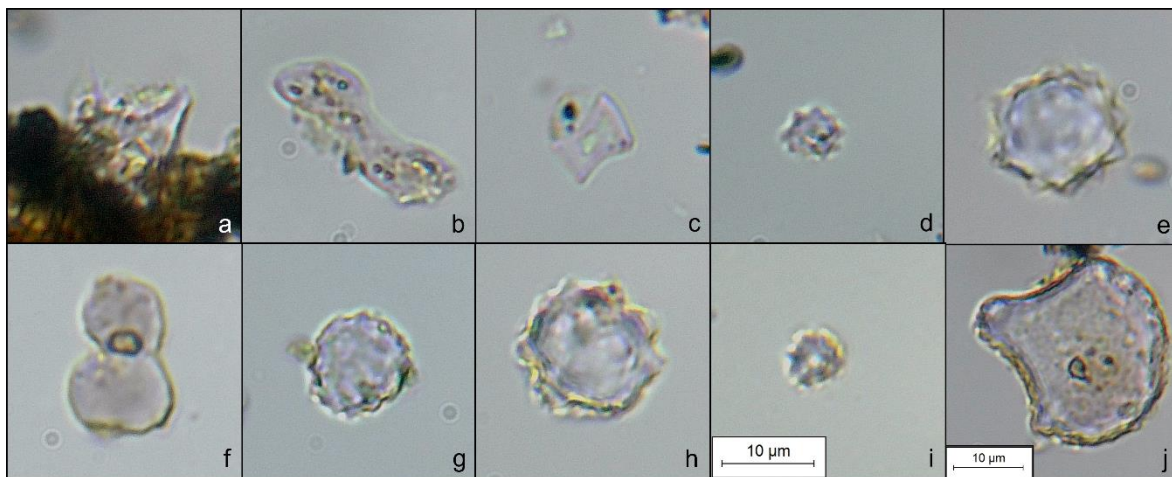


Figura 106. Fitólitos identificados en FA52. a. Bambusoideae, b. Panicoideae, c. Chloridoideae, d-e. Arecaceae, f. Cannaceae, g. Marantaceae, h. *Calathea* ssp., i. arbóreo general, j. Poaceae no específica.



Figura 107. Morfotipos no diagnósticos recuperados en FA52. A. irregular, b. acuminado, c. calcifitolito, d. tabular columnar, e. tejido vascular.

Granos de almidón

En las muestras pertenecientes a este sitio se recuperaron 7 granos de almidón distribuidos de la siguiente manera:

Muestra	Zea mays	Arecaceae	Transitorios	Total
FA51	1	3		4
FA52		2	1	3

Tabla 9. Conteos de granos de almidón identificados en el sitio I7-2.

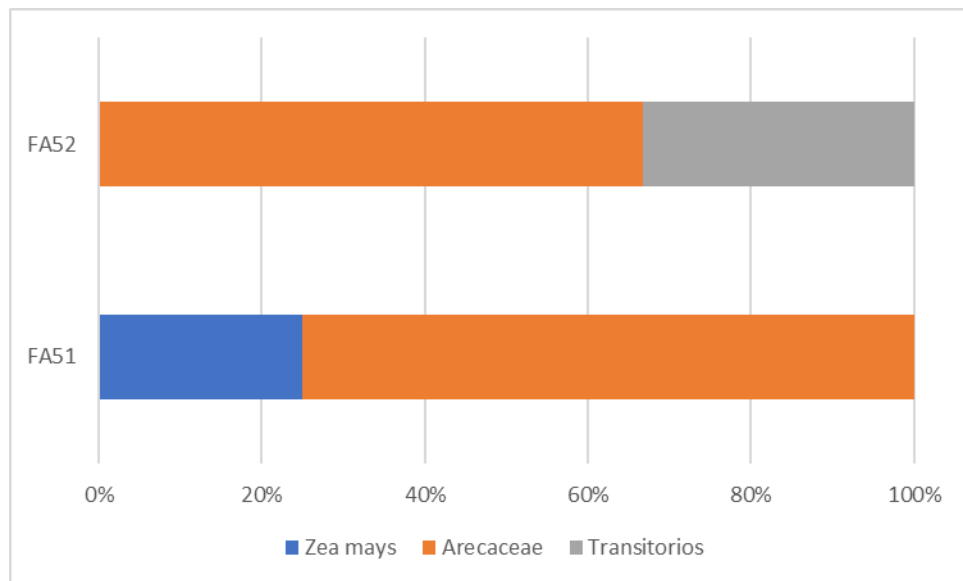


Figura 108. Distribución de los diferentes taxones identificados mediante almidones en las muestras del sitio I7-2.

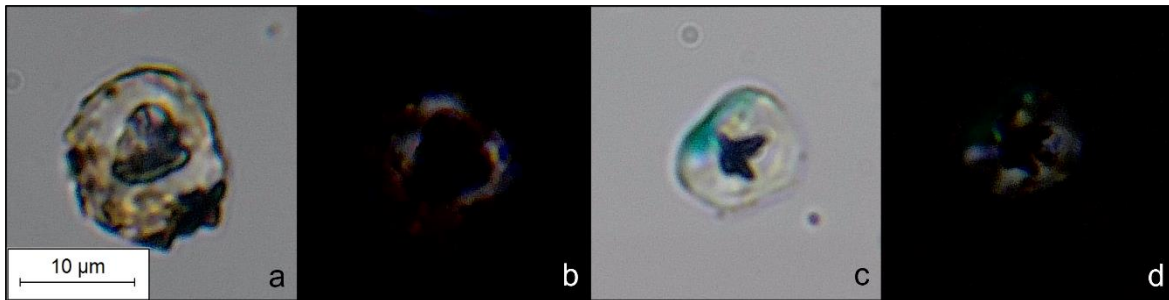


Figura 109. Granos de almidón identificados en FA51. a-b. *Zea mays*, c-d. *Arecaceae*. Vistas con luz transmitida y polarizada.

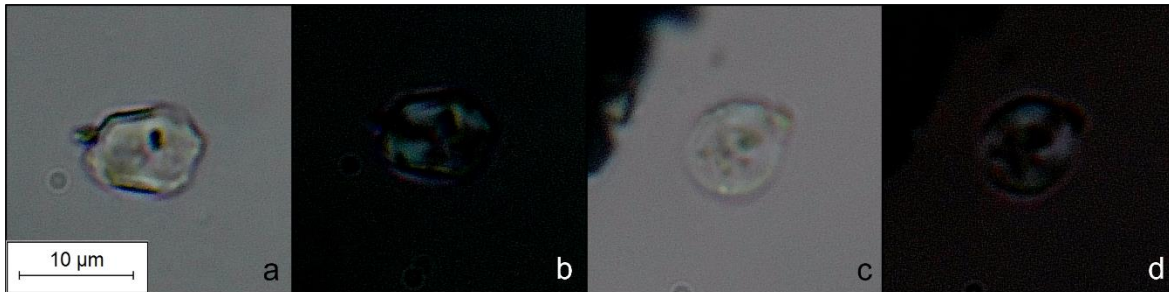


Figura 110. Granos de almidón identificados en FA52. a-b. *Arecaceae*, c-d. Grano transitorio. Vistas con luz transmitida y polarizada.

Otros microrrestos

Los microrrestos diferentes de fitolitos y almodones recuperados en el sitio I7-2 incluyen:

Muestra	Polen	Esporas
FA51	1	11
FA52	2	3

Figura 111. Conteos de otros microrrestos en el sitio I7-2.

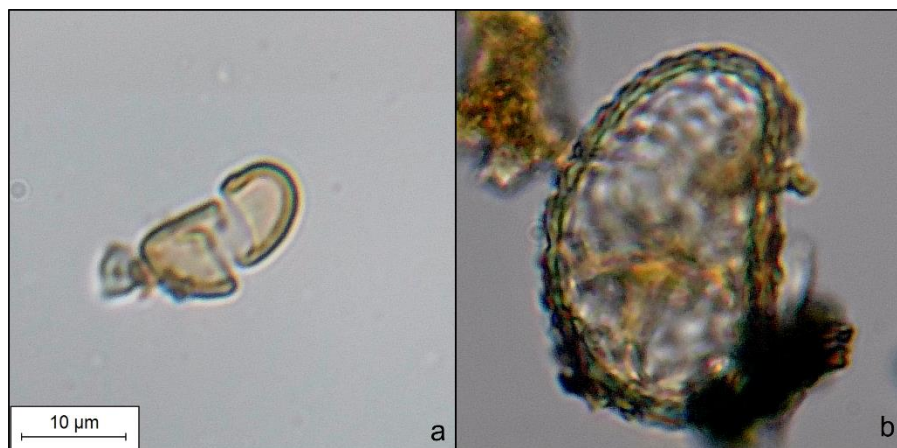


Figura 112. granos de polen recuperados en el sitio I7-2. a. FA51, b. FA52.

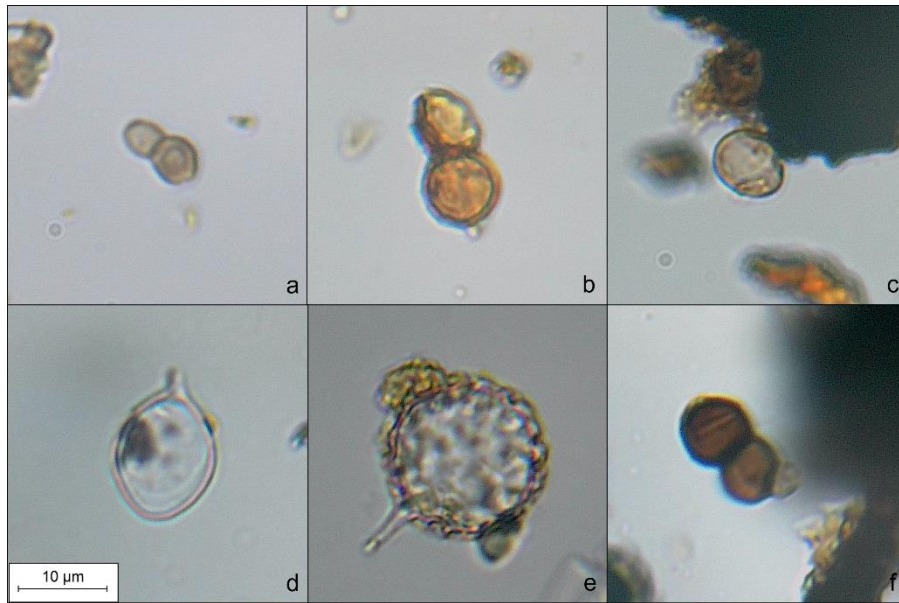


Figura 113. Esporas recuperadas en I7-2. a-c. FA51, d-f. FA52.

Interpretación

Se identificó un total de 27 taxones, 11 de ellos mediante fitolitos, 9 mediante granos de almidón, 3 por la presencia de ambos restos y 4 gracias a los granos de polen. A nivel de familia fueron identificados Poaceas no específicas, Arecaceae, Cannaceae, Marantaceae, Cucurbitaceae, Loranthaceae, Asteraceae y Rubiaceae; se identificó además la tribu Triticeae. A nivel de subfamilia se identificó Bambusoideae, Panicoideae y Chloridoideae. A nivel de género, se registra la presencia de *Calathea*, *Heliotropium*, *Phaseolus*, *Capsicum*, *Maranta*, *Dioscorea*, *Chenopodium*, *Bactris* y *Anthurium*, que aparecen en los resultados seguidos de la sigla ssp., como indicador de especie desconocida. Las especies identificadas son *Zea mays*, *Manihot* cf. *esculenta*, *Bixa* cf. *orellana*, *Dioscorea* cf. *trífida* y *Socratea* cf. *exorrhiza*; en este contexto la abreviatura cf. indica que se trata de restos afines a esta especie. Se incluyen como taxones la categoría arbóreo general y los granos de almidón transitorios, ya que la primera, aunque esta puede incluir una gran variedad de plantas da cuenta del uso de la parte leñosa de estas, en el caso de las muestras analizadas, como se trata en todos los casos de fragmentos cerámicos, la presencia de estos restos puede deberse a las cenizas producidas durante procesos de cocción y adheridas a los recipientes. En el caso de los granos de almidón transitorio indican el procesamiento de hojas y tallos.

Dado la cantidad de muestras en cada sitio no es sorprendente que el sitio J10-1 sea el que tiene un mayor número de taxones (27), seguido por I7-2 (10) y finalmente (HA)P1 (9), sin embargo el número promedio de taxones por muestra es similar en los tres sitios, ver Tabla 10. La mayoría de los taxones identificados tienen usos alimenticios o medicinales reportados en bibliografía etnobotánica para la región, siendo 7 de ellos empleados con fines medicinales, 19 consumidos como alimentos o condimentos y 2 utilizados como materia prima o leña. En la Tabla 11 se presentan los diferentes usos reportados para cada taxón y en la Tabla 12 se presenta un resumen de los taxones presentes en cada muestra.

Los microrrestos recuperados dan cuenta del aprovechamiento de una amplia variedad de recursos

Sitio	Promedio de taxones
J10-1	7.5
(HA)P1	9
I7-2	8.5

Tabla 10. Promedio de taxones identificados por tipo de muestra.

	Medicinal	Alimenticio	Materia prima
<i>Bambusoideae</i>			
<i>Panicoideae</i>			
<i>Chloridoideae</i>			
<i>Triticeae</i>			
<i>Zea mays</i>			
<i>Poaceas no específicas</i>			
<i>Arecaceae</i>			
<i>Cannaceae</i>			
<i>Calathea</i> ssp.			
<i>Cucurbitaceae</i>			
<i>Loranthaceae</i>			
<i>Asteraceae</i>			
<i>Heliotropium</i> ssp.			
<i>Rubiaceae</i>			
Arbóreo general			
<i>Manihot</i> cf. <i>esculenta</i>			
<i>Cucurbitaceae</i>			
<i>Phaseolus</i> ssp.			
<i>Capsicum</i> ssp.			
<i>Maranta</i> ssp.			
<i>Bixa</i> cf. <i>orellana</i>			
<i>Dioscorea</i> ssp.			
<i>Dioscorea</i> cf. <i>trifida</i>			
<i>Chenopodium</i> ssp.			
<i>Socratea</i> cf. <i>exorrhiza</i>			
<i>Bactris</i> ssp.			
<i>Anthurium</i> ssp.			

Tabla 11. Usos registrados para los diferentes taxones

Sitio	Muestra	Bambusoideae	Panicolideae	Chloridoideae	Triticeae	Zea mays	Poaceas no específicas	Arecaceae	Marantaceae	Cannaceae	Calathea ssp.	Cucurbitaceae	Loranthaceae	Asteraceae	Heliotropium ssp.	Rubiaceae	Arbóreo general	Manihot cf. esculenta	Cucurbita ssp.	Phaseolus ssp.	Capsicum ssp.	Maranta ssp.	Bixa cf. orellana	Dioscorea ssp.	Dioscorea cf. trifida	Chenopodium ssp.	Socratea cf. exorrhiza	Bactris ssp.	Anthurium ssp.
J10-1	FA1																												
	FA2																												
	FA4																												
	FA8																												
	FA9																												
	FA10																												
	FA11																												
	FA13																												
	FA14																												
	FA25																												
	FA26																												
	FA27																												
	FA37																												
	FA38																												
	FA44																												
	FA45																												
	FA46																												
	FA48																												
	FA49																												
	FA50																												
(HA)P1	FA3																												
I7-2	FA51																												
	FA52																												

Tabla 12. Taxones presentes en cada muestra, los recuadros coloreados indican presencia del taxon.

Fue posible identificar varios métodos de cocción gracias a las alteraciones que generan en los granos de almidón. El tostado o torrado produce granos con una cavidad central oscura, “hinchados”, por lo que presentan tamaños superiores a los esperados para los correspondientes taxones y además suelen observarse adherencias o rugosidades en la superficie del grano. Además, los granos pequeños tienden a permanecer en compuestos o aglomerados (Henry *et al.* 2009, Tavarone 2019) (Figura 115). Por otro lado, el hervor genera hinchazón y/o gelatinización del grano acompañada de una pérdida de nitidez en la cruz de malta y angulosidad en las facetas de presión. En los granos grandes con lamela puede aumentar la visibilidad de esta (Henry *et al.* 2009) (. La molienda se evidencia por huellas de daño mecánico en el grano, como fracturas y rugosidad de la superficie (Babot 2009). Finalmente la fermentación esta evidenciada por alteraciones en el grano que van de adentro hacia afuera y que son más intensas si el grano previamente se realizó una molienda de la planta (Henry *et al.* 2009). En la Tabla 13 se detallan los diferentes tipos de cocción evidenciados en cada muestra, siendo el más común el hervido, ver con un 40.4%, seguido por el tostado (30%), siendo los métodos con menos evidencias la fermentación y la molienda. En algunos casos se observan evidencias de más de un método de cocción en el mismo grano, indicando preparaciones más complejas

Sitio	Muestra	Tostado	Hervido	Molienda	Fermentado	Hervor y Molienda	Tostado y Hervor	Tostado y Molienda	Sin evidencia
J10-2	FA1	1	4	1	1				5
	FA2	1	6	1	2		6		1
	FA4	3	4						1
	FA8		2					2	
	FA9	2	4						1
	FA10	5	5		1				3
	FA11				3				
	FA13	3	4		1				1
	FA14	2						1	1
	FA25		5			1			3
	FA26	27	1	1			11	1	6
	FA27	3	1						
	FA37	5	1						
	FA38	1		1					1
	FA44		1						1
	FA45		45		1				1
	FA46	3	1			1			1
	FA48	2	1						
	FA49								
	FA50	3	1	1					
(HA)P1	FA3	1	2				1		2
I7-2	FA51	3	1						
	FA52	2	1						

Tabla 13. Numero de granos para los diferentes tipos de cocción por muestra.

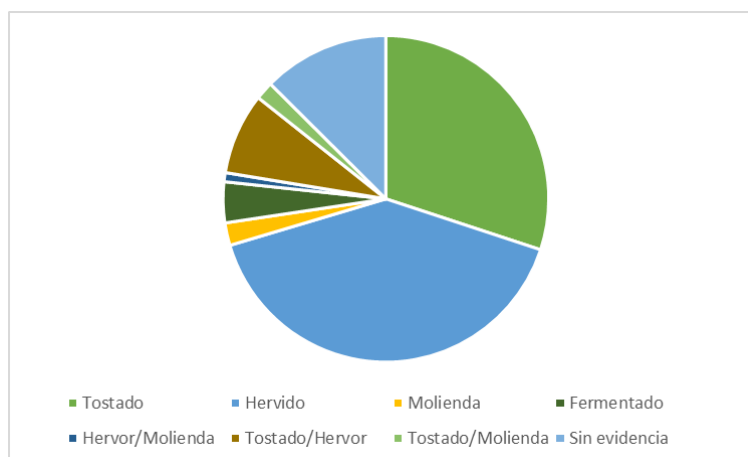


Figura 114. Porcentaje de cada método de cocción en el total de las muestras.

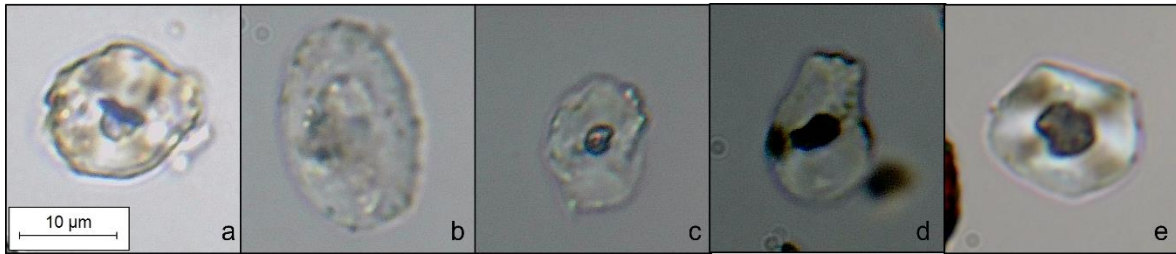


Figura 115. Ejemplos de granos con evidencia de tostado. a. FA1, b. FA4, c. FA5, d. FA9, e. FA26. En todos los granos se observa la cavidad central oscurecida y un ligero aumento de tamaño, los granos a-c presentan además adhesiones en la superficie.

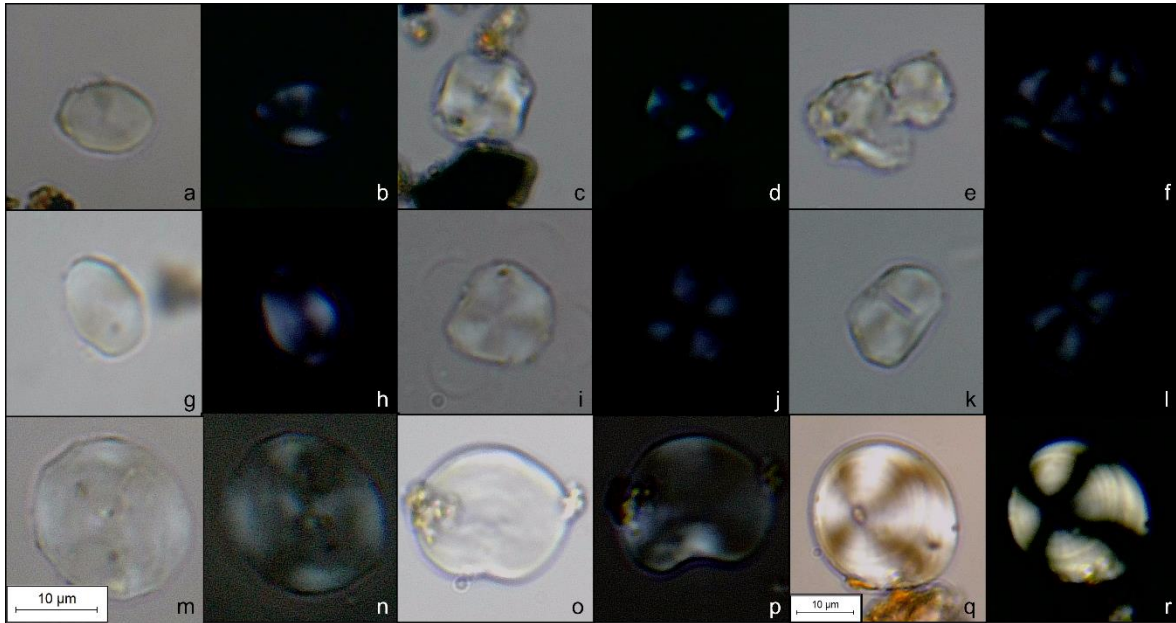


Figura 116. ejemplo de granos sometidos a hervor. a-b. FA1, c-d. FA2, e-f. FA3, g-h. FA4, i-j. FA5, k-l. FA6, m-n. FA13, o-p. FA25, q-r. FA8. Se observa pérdida de nitidez en la cruz de malta, ángulos menos marcados en los granos poliédricos y en el caso del grano q-r un aumento en la visibilidad de la lamela.

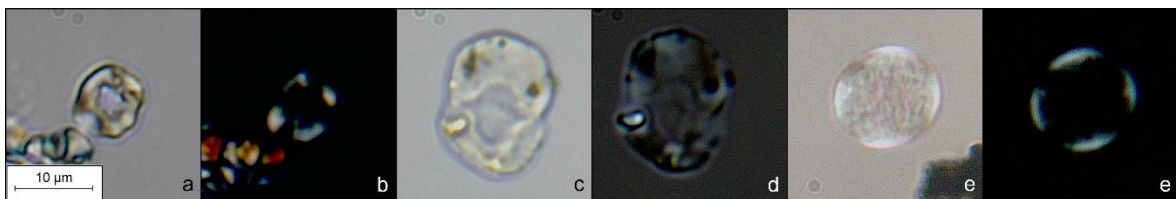


Figura 117. Ejemplo de granos de almidón alterados por fermentación. a-b. FA2, c-d. FA10. e-f. FA11.

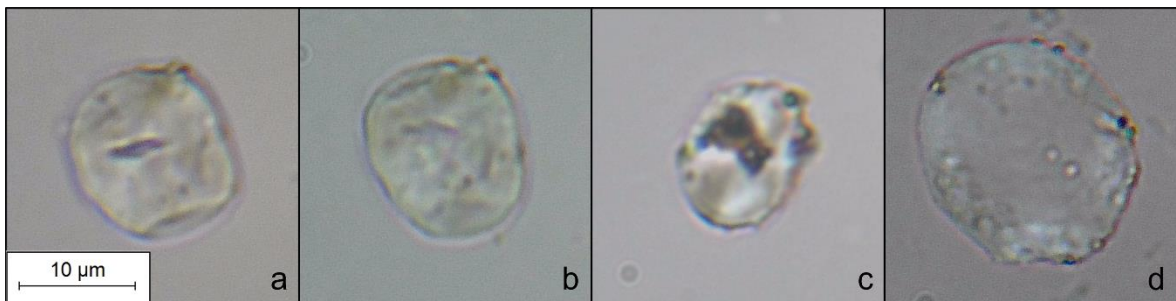


Figura 118. Ejemplos de granos alterados por molienda. a-b. FA2, c. FA26, d. FA38.

La distribución de los diferentes daños por cocción en los taxones identificados muestra que los taxones con más variedad en métodos de preparación son *Zea mays* y *Arecaceae*, lo que coincide con los taxones con representación en este tipo de microrrestos (Tabla 14). Los métodos utilizados para la preparación de más taxones son el hervido y el tostado, por el contrario, la combinación Hervido y tostado solo es utilizada para el maíz. Vale la pena aclarar que cuando se utiliza más de un método de preparación el orden en el que se nombran no es necesariamente el orden en el que se aplicaron.

Taxon	Tostado	Hervido	Molienda	Fermentado	Hervor/Molienda	Tostado/Hervor	Tostado/Molienda	Sin evidencia
<i>Arecaceae</i>	15	7	1			8		3
<i>Bixa cf. Orellana</i>		6						1
<i>Capsicum ssp.</i>	1	6						1
<i>Cucurbita ssp.</i>		1						2
<i>Dioscorea ssp.</i>								2
<i>Dioscorea cf. Trifida</i>								1
<i>Manihot cf. esculenta</i>	3	2						
<i>Maranta ssp.</i>		1						
<i>Phaseolus ssp.</i>		3		1				
granos transitorios	3	2						20
<i>Triticeae</i>		1			1			
<i>Xanthosoma cf. Sagittifolium</i>		2						1
<i>Zea mays</i>	35	10	1	1	1	3	4	7
No identificado	11	7	2	6		7		5

Tabla 14. Métodos de preparación por taxón.

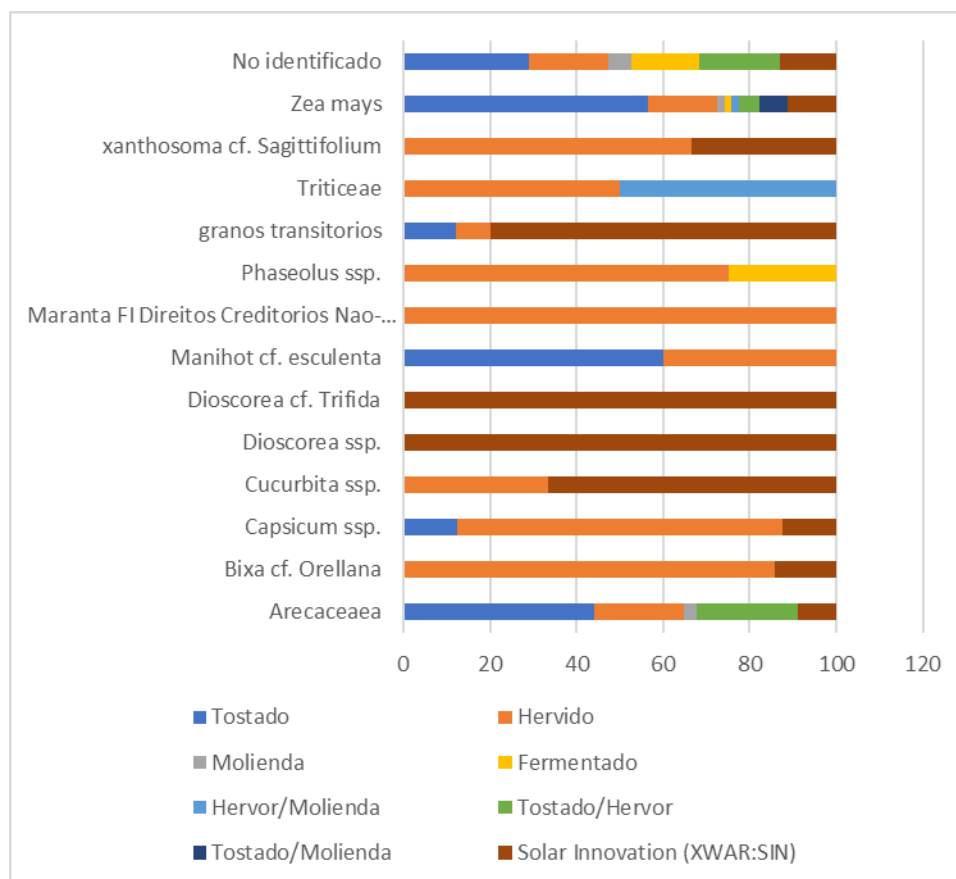


Figura 119. Métodos de preparación por taxón.

Los otros microrrestos identificados son en su mayoría indicadores de condiciones ambientales, que muestran condiciones húmedas tropicales y en el caso del polen permitieron identificar de forma más precisa dos palmas (*Socratea* cf. *exorrhiza* y *Bactris* ssp.(chontaduro)) y dos taxones que no se encuentran representados en ningún otro tipo de microrresto (*Anthurium* ssp. y *Chenopodium* ssp.). Las escamas de las alas de lepidópteros recuperadas solo en la muestra FA44 indican que el uso final de este recipiente fue como almacenamiento de pseudo cereales (Escola *et al.* 2013).

Recomendaciones finales

- Se recomienda indagar sobre los métodos de cocción utilizados por los grupos indígenas que han ocupado el área de estudio. La presencia de carbón en el interior de las vasijas, y la gran cantidad de fitolitos con indicaciones de haber sido sometidos al calor o a baños ácidos recuerdan métodos de cocción como la nixtamalización, donde el maíz se mezcla con cenizas y agua que forman una lejía suave que disuelve parte de el exterior de la semilla, facilitando su digestión.

- De ser posible se recomienda recolectar material para la elaboración de una colección de referencia local, que permita identificaciones más acotadas.

Bibliografía

- Aceituno, F., & Lalinde, V. (2011). Residuos de almidones y el uso de plantas durante el Holoceno Medio en el Cauca Medio (Colombia). *Caldasia*, 33(1).
- Aceituno, F. J., & Martín, J. G. (2017). Plantas Amerindias en la Mesa de los primeros Europeos en Panamá Viejo. *Latin American Antiquity*, 28(1), 127-143.
- Babot, M. D. P. (2009). La cocina, el taller y el ritual: explorando las trayectorias del procesamiento vegetal en el noroeste argentino. *Darwiniana*, 7-30.
- Borrelli, N., Honaine, M. F., Altamirano, S. M., & Osterrieth, M. (2011). Calcium and silica biomineralizations in leaves of eleven aquatic species of the Pampean Plain, Argentina. *Aquatic botany*, 94(1), 29-36.
- Bou Rached, L., de Vizcarrondo, C. A., Rincón, A. M., & Padilla, F. (2006). Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(4), 375-383.
- Buleon, A., Colonna, P., Planchot, V., & Ball, S. (1998). Starch granules: structure and biosynthesis. *International journal of biological macromolecules*, 23(2), 85-112.
- Cagnato, C. Starch grain database. <http://clarissacagnato.weebly.com/starch-grain-database.html>. Consultado el 15 de octubre de 2022.
- Castillero, Alfredo, (2006) Sociedad, economía y cultura material. Historia urbana de Panamá La Vieja. Patronato Panamá Viejo, Panamá.
- Coil, J.; Korstanje, M.A.; Archer, S. y C.A. Hastorf (2003): Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 30:991-1008.
- Costa, F. R. C., Espinelli, F. P., & Figueiredo, F. O. G. D. (2008). Guia de identificação das Marantáceas da Reserva Ducke e Reserva biológica do Uatumã.
- Cooke, R. G., & Sánchez Herrera, L. A. (2004). Capítulo II: Panamá Indígena 1501-1550. Historia General De Panamá volumen 1, t. 1: Las sociedades originarias y el orden colonial.
- Dabney, C., Ostergaard, J., Watkins, E., & Chen, C. (2016). A novel method to characterize silica bodies in grasses. *Plant Methods*, 12(1), 1-10.
- Denham, T., Atchison, J., Austin, J., Bestel, S., Bowdery, D., Crowther, A., ... & Matthews, P. (2009). Archaeobotany in Australia and New Guinea: Practice, potential and prospects. *Australian Archaeology*, 68(1), 1-10.
- Dickau, R. (2005). Resource use, crop dispersals, and the transition to agriculture in prehistoric Panama: evidence from starch grains and macroremains. Tesis doctoral. Temple University.
- Dickau, Ruth, Anthony J. Ranere y Richard Cooke. (2007) Starch Grain Evidence for the Preceramic Dispersals of Maize and Root Crops into Tropical Dry and Humid Forest of Panama. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 14(9):3651–3656.
- Dransfield, J., N. Uhl., C. Asmussen., W. Baker., M. Harley & C. Lewis. 2008. Genera Palmarum. The evolution and classification of palm. Royal Botanic Gardens, Kew.

Dueñas-Gómez, H., & Franco-Roselli, P. (2001). Sinopsis de las Loranthaceae de Colombia. *Caldasia*, 81-99.

Escola, P. S., Hocsman, S., y Babot, M. D. P. (2013). Entre las residencias y los campos de cultivo. Aportes de los cuchillos/raederas de módulo grandísimo a la cuestión del laboreo agrícola en Antofagasta de la Sierra (Puna de Catamarca) durante el primer milenio d.C. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 38, p. 83-110.

Giraldo-Cañas, D. (2013). Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.

Hardy, K., Blakeney, T., Copeland, L., Kirkham, J., Wrangham, R., & Collins, M. (2009). Starch granules, dental calculus and new perspectives on ancient diet. *Journal of Archaeological Science*, 36(2), 248-255. Henry, A. G., Hudson, H. F., & Piperno, D. R. (2009). Changes in starch grain morphologies from cooking. *Journal of Archaeological Science*, 36(3), 915-922.

ICSN 2011, The International Code for Starch Nomenclature, (<http://fossilfarm.org/ICSN/Code.html>), accessed 09 de septiembre de 2022.

Jiménez-B, L. C., & Rangel-CH, J. O. (1997). Atlas Palinológico de la Amazonía Colombiana II. Familia Asteraceae. *Caldasia*, 29-39.

Katinas, L., Gutiérrez, D. G., Grossi, M. A., & Crisci, J. V. (2007). Panorama de la familia Asteraceae (= Compositae) en la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(1-2), 113-129.

Kress, W. J. (1990). The phylogeny and classification of the Zingiberales. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 698-721.

Lalinde, V. 2009. Colección de referencia para la identificación de almidones arqueobotánicos (Monografía de grado). Departamento de antropología, Universidad de Antioquia, Medellín.

Lema, V. S., Andreoni, D., Capparelli, A., Ortiz, G., Spano, R., Quesada, M., y Zorzi, F. (2015). Protocolos y avances en el estudio de residuos de pipas arqueológicas de Argentina: Aportes para el entendimiento de metodologías actuales y prácticas pasadas. *Estudios atacameños*, (51), 77-97.

Leonard, C., Vashro, L., O'Connell, J. F., & Henry, A. G. (2015). Plant microremains in dental calculus as a record of plant consumption: A test with Tve forager-horticulturalists. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2, 449-457.

Lira, R., Rodríguez-Jiménez, C., Alvarado, J. L., Rodríguez, I., Castrejón, J., & Domínguez-Marian, A. (1998). Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*, (42), 43-77.

Loy, T. H. (1994). Methods in the analysis of starch residues on prehistoric stone tools. *Tropical archaeobotany: Applications and new developments*, 86-114.

Martínez, L. A., & Libardo, A. (2014). Plantas medicinales nativas de panamá y su potencial para el tratamiento de las patologías de mayor impacto en el país. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de magíster en ciencias biológicas. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias-departamento de biología.

- Medina, J.A., Salas, J.C., 2008. Caracterización morfológica del gránulo de almidón nativo: Apariencia, forma, tamaño y su distribución. *Revista de ingeniería* 27, 56–62.
- Messner, T., y Dickau, R. (2005). New directions, new interpretations: Paleoethnobotany in the upper Delaware valley and the utility of starch grain research in the Middle Atlantic. *Journal of Middle Atlantic Archaeology*, 21, 71
- Messner, T.C, y B. Schindler. 2010. Plant processing strategies and their affect upon starch grain survival when rendering *Peltandra virginica* (L.) Kunth, Araceae edible. *Journal of Archaeological Science* 37: 328-336.
- Mickleburgh, H. L., & Pagán-Jiménez, J. R. (2012). *New insights into the consumption of maize and other food plants in the pre-Columbian Caribbean from starch grains trapped in human dental calculus*. *Journal of Archaeological Science*, 39(7), 2468-2478.
- Moreno, E., & Murray, K. (2007). Resultados de los análisis palinológicos de los yacimientos LP-134, NA-20 y PN-106, Gran Coclé, Panamá/Results of the palynological analyses of LP-134, NA-20 and PN-106 archaeological sites, Gran Coclé, Panamá. *Revista española de antropología americana*, 37(1), 127.
- Neumann Katharina k., de Strömberg Caroline, Ball Terry, Albert Rosa Maria, Vrydaghs Luc, Cummings Linda Scott. (2019). International code for phytolith nomenclature (ICPN) 2.0. *Annals of Botany*, 124(2), 189-199.
- Pearsall, D. M., Chandler-Ezell, K., y Chandler-Ezell, A. (2003). Identifying maize in neotropical sediments and soils using cob phytoliths. *Journal of Archaeological Science*, 30(5), 611-627.
- Pearsall, D. M., Ezell, K. C., & Herrera, L. (2017). Informe del análisis de muestras de fitolitos del Valle del Cauca. *Boletín de Arqueología de la Fian*, 26(1), 68-88.
- Pearsall, D. M., Biddle, A., Chandler-Ezell, K., Collins, S., Duncan, N., & Grimm, B. (2022). Phytoliths in the flora of Ecuador: *The University of Missouri online phytolith database*. With contributions by A. Biddle, Dr. K. Chandler-Ezell, S. Collins, N. Duncan, S. Stewart, C. Vientimilla, Dr. Zhijun Zhao, and B. Grimm, page designer and editor. <https://phytolith.missouri.edu/>. Consultado el 20 de septiembre de 2022
- Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., ... & Zeidler, J. A. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 315(5814), 986-988.
- Piperno, D. R. (2006). *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Rowman Altamira.
- Piperno, Dolores R. (2006a) Identifying Manioc (*Manihot esculenta* Crantz) and Other Crops in Pre-Columbian Tropical America through Starch Grain Analysis: A Case Study from Central Panama. En *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*, editado por Melinda A. Zeder, Dan G. Bradley, Eve Emshwiller y Bruce D. Smith, pp. 46–67. University of California Press, Berkeley.

Piperno, D. y Holst, I. 1998. The presence of starch grains on prehistoric stone tools from de humid Neotropics: indications of early tuber use and agriculture en Panamá. *Journal of Archaeological Science* 25: 765-776.

Piperno, D. R., & Stothert, K. E. (2003). Phytolith evidence for early Holocene Cucurbita domestication in southwest Ecuador. *Science*, 299(5609), 1054-1057.

Piperno, D. R., Ranere, A. J., Holst, I., Iriarte, J., & Dickau, R. (2009). Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium BP maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 5019-5024.

Prance, G., & Nesbitt, M. (Eds.). (2012). *The cultural history of plants*. Routledge.

Santacruz, S., Andersson, R., & Åman, P. (2005). Characterisation of potato leaf starch with iodine-staining. *Carbohydrate polymers*, 59(3), 397-400.

Sistemática de plantas vasculares. 2022. http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/practicos_spv.html. Visitado por última vez 10 de octubre de 2022.

Tavarone, A. (2019). Estudios de dieta y manipulación de recursos vegetales en poblaciones del centro de Argentina (provincia de Córdoba) durante el Holoceno tardío. El registro de los microrrestos vegetales (silicofitolitos y almidones) contenidos en cálculos dentales. Tesis doctoral. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba.

Torres, N. L., Zapata, A., Torres, M., Santana, A., Morales, B., & Martinez, J. L. (2019). Diversidad y usos de las plantas medicinales en Panamá. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 18(4), 425-434.

Yang, X., & Perry, L. (2013). Identification of ancient starch grains from the tribe Triticeae in the North China Plain. *Journal of Archaeological Science*, 40(8), 3170-3177.

Zeigler, R. (Ed.). (2019). *Sustaining Global Food Security: The Nexus of Science and Policy*. CSIRO PUBLISHING.

Zucol, A. F., & Osterrieth, M. (2002). Técnicas de preparación de muestras sedimentarias para la extracción de fitolitos. *Ameghiniana*, 39(3), 379-382.

